F 260 C3
(2 x1)

# MÉMOIRES
## DU
# MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

*NOUVELLE SÉRIE*

Série C, Sciences de la Terre
TOME XXV
FASCICULE UNIQUE

J. CAULET

## LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU PRÉCONTINENT ALGÉRIEN

PARIS
ÉDITIONS DU MUSÉUM
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V^e^)

1972

BIBL. DU MUSEUM
Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

# MÉMOIRES
## DU
# MUSÉUM NATIONAL
# D'HISTOIRE NATURELLE

*NOUVELLE SÉRIE*

Série C, Sciences de la Terre

TOME XXV

FASCICULE UNIQUE



J. CAULET


## LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU PRÉCONTINENT ALGÉRIEN


PARIS

ÉDITIONS DU MUSÉUM

38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V^e^)

1972



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

© Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 1972.

Source : MNHN, Paris

# SOMMAIRE


AVANT-PROPOS ..... 1

INTRODUCTION GÉNÉRALE

A. Cadre géographique général. Morphologie du Précontinent Algérien ..... 3

B. Les Conditions actuelles de la Sédimentation ..... 5
1. *L'hydrologie générale des eaux algériennes* ..... 5
2. *Les facteurs hydrodynamiques principaux* ..... 6
3. *Les apports de matériaux* ..... 7

C. But et Présentation du Mémoire ..... 9

*D.* Le Travail à la Mer ..... 10

PREMIÈRE PARTIE

LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU PRÉCONTINENT ALGÉRIEN

Chapitre I

GÉNÉRALITÉS

A. Historique ..... 15
I. *Rappel des Etudes portant sur les sédiments du précontinent algérien* ..... 15
II. *Rappel des Etudes plus spécialement consacrées aux sédiments organogènes* .. 16

B. La Classification des Sédiments Organogènes ..... 17

C. Méthodes d'Etudes des Sédiments Organogènes ..... 20
1. *L'analyse texturale* ..... 21
2. *L'analyse de la composition* ..... 22

*D.* Mode de Présentation des Résultats ..... 30

E. Rappel de quelques notions fondamentales d'écologie benthique ..... 32

Chapitre II

LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA RÉGION ORANAISE

I. Description des Sédiments ..... 35
A. *Le Golfe d'Oran* ..... 35
B. *Le Golfe d'Arzew* ..... 55

II. Distribution et Nature des Fractions composant les sédiments organogènes oranais ... 71
A. *Distribution et Composition de la Fraction « Lamellibranches »* ..... 72
B. *Distribution et Composition de la Fraction « Gastéropodes »* ..... 76
C. *Distribution et Composition de la Fraction « Bryozoaires »* ..... 79
*D. Distribution et Composition de la Fraction « Algues calcaires »* ..... 84
E. *Distribution et Composition des Fractions « Terrigène grossier »* ..... 89
F. *Distribution et Composition des petites Fractions Organiques* ..... 92

III. CONCLUSIONS ..... 94


Source : MNHN, Paris

## Chapitre III

### Les Sédiments Organogènes de l'Algérois

I. La Baie de Castiglione ..... 97
A. *Morphologie des Fonds et Couverture sédimentaire* ..... 99
B. *Les Sédiments Organogènes de la Bordure littorale* ..... 99
C. *Les Sédiments Organogènes du Large* ..... 102

II. La Baie d'Alger ..... 105

III. Conclusion ..... 110

## Chapitre IV

### Les Sédiments Organogènes de la Région Constantinoise

I. Le Précontinent Kabyle ..... 113
A. *Les Sédiments Organogènes de Bougie* ..... 115
B. *Les Sédiments Organogènes de Djidjelli* ..... 119
C. *Les Sédiments Organogènes devant la Kabylie de Collo* ..... 130

II. Le Golfe de Philippeville ..... 134
A. *Les Sédiments Organogènes de la Bordure Rocheuse entre le Ras Frao et le Cap d'Akmès* ..... 134
B. *Les Sédiments Organogènes de Stora* ..... 138
C. *Les Sédiments Organogènes de la Seiche du Filfilah* ..... 140

III. La bordure de l'Edough ..... 142
A. *Les Sédiments Organogènes du Cap de Fer à Herbillon* ..... 142
B. *Les Sédiments Organogènes d'Aïn Barbar* ..... 143
C. *Les Sédiments Organogènes devant les Basses du Pain de Sucre* ..... 146

IV. Le Golfe de Bône et le Plateau de Tabarca ..... 148
A. *Les Sédiments Organogènes du Golfe de Bône* ..... 149
B. *La Plate-forme Précontinentale de Tabarca* ..... 162

V. Conclusion ..... 172

## Chapitre V

### Caractères Spécifiques de la Sédimentation Organogène Récente sur le Précontinent Algérien
### (Conclusion de la Première Partie)

I. Les Facteurs de la Sédimentation Organogène ..... 175

A. *Texture* ..... 176
B. *Composition* ..... 179

II. Les Principaux Faciès. Répartition. Origine ..... 198
A. *Les Sédiments Organogènes Actuels* ..... 198
B. *Les Sédiments Organogènes Reliques* ..... 200
C. *Les Sédiments Organogènes Résiduels* ..... 203

III. Evolution de la Sédimentation Organogène calcaire au cours de la Période Holocène .. 204

Source : MNHN, Paris

SECONDE PARTIE

## LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS BIOGÈNES DES SÈDIMENTS ORGANOGÈNES ALGÉRIENS

### Chapitre VI

### LES BRYOZOAIRES

I. Inventaire des Formes reconnues ..... 214
II. Répartition géographique des Bryozoaires accumulés dans les sédiments organogènes .. 220
III. Les Bryozoaires et la Texture des Sédiments Organogènes ..... 226
IV. Les Bryozoaires et la Bathymétrie ..... 233
V. Les Bryozoaires et la Topographie des Fonds ..... 241

### Chapitre VII

### LES MOLLUSQUES

I. Les Lamellibranches ..... 247
A. *Inventaire des Formes reconnues. Composition des accumulations* ..... 248
B. *Répartition Géographique des Bivalves accumulés* ..... 252
C. *Les Lamellibranches et la Texture des Sédiments* ..... 256
D. *Les Lamellibranches et la Bathymétrie* ..... 258
II. Les Gastéropodes ..... 262
A. *Inventaire des Formes reconnues. Composition des accumulations* ..... 264
B. *Répartition géographique des Gastéropodes* ..... 265
C. *Les Gastéropodes et la Texture des Sédiments* ..... 268
D. *Les Gastéropodes et la Bathymétrie* ..... 268

### Chapitre VIII

### LES BRACHIOPODES

I. Inventaire des Espèces ..... 271
II. Répartition Géographique ..... 272
III. Les Brachiopodes et la Texture des Sédiments ..... 273
IV. Répartition Bathymétrique des Brachiopodes ..... 274

CONCLUSIONS GÉNÉRALES ..... 277

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ..... 283

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

# AVANT-PROPOS

*Le Bassin Méditerranéen Occidental compte parmi les régions sous-marines les mieux explorées du globe et on peut dire que l'océanographie, avec le Prince de Monaco, y a en quelque sorte fait ses premiers pas. Cependant, jusqu'à ces vingt dernières années, on connoissait mal sa structure comme les sédiments qui s'y déposent et le véritable bond en avant accompli par l'étude géologique de l'Algérie depuis les années cinquante faisait encore plus ressentir vers 1960 le besoin d'informations exactes sur la nature et la couverture sédimentaire du précontinent algérien, bordure méridionale du bassin. C'est pourquoi,* A. Rossfelder *qui avait pu assister à la Scripps (Californie) au prodigieux essor de la géologie sous-marine aux Etats-Unis, fondait en 1959 à Alger, avec l'appui de Monsieur le Doyen* R. Laffitte *et de Monsieur l'Ingénieur Général des Mines* C. Betier, *Directeur du Service Géologique de l'Algérie, un centre de Géologie Marine et de Sédimentologie, ayant pour but de promouvoir l'exploration méthodique de ce plateau continental algérien.*

*Sous l'égide de l'Université et de diverses Administrations intéressées (Ponts et Chaussées, Phares et Balises, E.D.F.) ce Centre modeste, en ses débuts, réunissait bientôt une jeune équipe de licenciés, dont je fus l'un des premiers, et s'attachait dans un premier temps à reconnaître les divers processus de transports solides littoraux sur les côtes algériennes ainsi qu'à établir dans ses grandes lignes la carte sédimentologique de la marge continentale nord-africaine.*

*A cet égard, les sondages réalisés par le Service Hydrographique de la Marine Nationale étaient alors les seuls renseignements disponibles et le plus urgent s'avérait d'effectuer toute une série de prélèvements de fonds au cours de missions exploratoires. Plusieurs monographies régionales, ayant pour cadre les grands élargissements du plateau continental, c'est-à-dire la Région Oranoise, l'Algérois et le Constantinois avec surtout le golfe de Bône, furent alors entreprises et trois missions ramenèrent dès l'été 1960, un premier échantillonnage de sédiments. L'examen rapide de ces derniers montrait que, d'une façon générale, la couverture meuble des plateformes littorales était composée pour une grande part de vases et boues terrigènes fines ainsi que de sables et graviers calcaires organogènes, les sables terrigènes ne tapissant qu'une étroite portion de la bordure littorale. Explaités sommoirement, ces premiers matériaux permettaient aussitôt l'établissement d'une carte sédimentologique provisoire qui devait servir de base à de nouvelles recherches. En 1962, tout le programme préétobli était malheureusement interrompu et l'équipe démembrée. Réduit à deux chercheurs (*L. Leclaire *et moi-même), le C.C.M.S. réussissait pourtant à entreprendre deux nouvelles missions au début de 1963 sans pour autant pouvoir mener à bien une explaration systématique détaillée des zones en cours de prospection. C'est pourquoi, lorsqu'en 1963, les derniers moyens de travail nous furent enlevés,* L. Leclaire *et moi-même décidâmes d'un commun accord d'abandonner les monographies régionoles pour étudier chacun un aspect particulier de lo sédimentation sur l'ensemble du précontinent.*

*De prime abord, les sédiments organogènes apparaissaient comme l'une des caractéristiques les plus originales de cette sédimentation, étant donné qu'ils résultent non pas de la dégradation de formations récifales mois plus simplement de l'accumulation de débris organogènes. D'autre part, l'étude de tels sédiments n'avait jusqu'alors fait l'objet que d'un petit nombre de travaux vue leur faible répartition mondiale et j'avais déjà commencé, dans ma thèse de 3e Cycle, à m'intéresser aux sédiments organogènes calcaires du Détroit Siculo-tunisien. J'entrevoyais de plus tout ce que de nouvelles observations sur des sédiments actuels pouvaient apporter d'utile pour l'interprétation paléoécologique des formations organogènes anciennes d'origine non récifale qui sont si nombreuses. Je choisis donc sur les conseils de Messieurs les Professeurs* R. Laffitte *et* C. Lucas, *mon parrain au C.N.R.S., de me consacrer à l'analyse de ces matériaux organogènes,* L. Leclaire *se réservant celle des sédiments terrigènes. En fait, sédimentation terrigène et sédimentation organogène sont étroitement liées et notre équipe, formée à la mer, devait nécessairement trouver sa continuation lagique au-delà, dans le travail de laboratoire et l'explaitation des résultats. Aussi, loin de se présenter, ainsi que le font habituellement les monographies régionales, comme un ensemble de résultats ayant nécessité le concours de plusieurs spécialistes, ce travail sur les sédiments organogènes est-il plutôt une partie, homogène il est vrai, d'une synthèse s'efforçant de dégager les grands traits de la sédimentation actuelle et récente sur le Précontinent Algérien.*

*Mais la sédimentation actuelle ne fait, en Algérie, que prolonger celle qui s'est déroulée dens les bassins sublittoraux tout au lang de lo période néogène et son analyse ne porte tous ses fruits que si on la replace dans le cadre plus vaste de l'évolution diastrophique récente de toute lo bordure algérienne. A cet égard, les leçons de géologie algérienne de Messieurs les Professeurs* R. Laffitte, C. Lucas *et* Y. Gourinard *ont été pour moi bien plus qu'une simple initiation à l'étude des Sciences de lo Terre. Elles m'ont, en effet, familiarisé avec les notions de transgression, de paléogéographie et de paléosédimentation; elles m'ont convaincu que le géologue,*

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

*et à plus forte raison le sédimentologiste, doit être selon l'expression de Monsieur le Doyen* R. CIRY, *« l'océanographe des mers anciennes ».*

*Après ces années d'étude, l'aide de mes Professeurs ne s'est jamais démentie. Aussi, est-ce pour moi un bien agréable devoir que d'exprimer ici toute ma gratitude à Monsieur le Professeur* R. LAFFITTE *qui, après m'avoir fait entrer au C.N.R.S., a assuré ma direction de recherche et m'a accueilli à son laboratoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, mettant ainsi à ma disposition les ressources matérielles et intellectuelles indispensables à la réalisation de ce travail. Je dois aussi beaucoup à Monsieur le Professeur* G. LUCAS *dont les questions, les suggestions et surtout la grande connaissance des questions de sédimentation calcaire m'ont amené à préciser bien des interprétations et des idées.*

*Dans ma reconnaissance, je me dois également d'associer tout aussi étroitement Monsieur* A. ROSSFELDER *qui, m'ayant fait entrer au C.G.M.S., me fit découvrir les larges horizons de la géologie marine et Monsieur* G. BETIEB, *dont les encouragements, l'appui et les critiques très pertinentes ont facilité dans une large mesure l'achèvement de ce travail. L'équipe du C.C.M.S. dant le soutien matériel a été essentiel, ne peut être dissociée de ces remerciements. J'ai toujours été très heureux d'avoir pu travailler toutes ces années avec* L. LECLAIRE *et* H. LECLAIRE, *qui a pris une grande part à mes analyses de laboratoire.*

*A l'occasion de trop rares missions en Méditerrnnée, j'ai pu apprécier l'hospitalité et l'expérience maritime de nombreux océanographes. Monsieur* J. FURNESTIN, *Directeur de l'I.S.T.P.M. et le Commandant* R. BBENOT *m'ont ainsi successivement accueilli à bord du vénérable «* Pt. Théodore Tissier *» puis de la «* Thalassa *», tandis que Monsieur le Professeur* L. GLANGEAUD *me fit profiter, à l'occasion de la campagne Géomède I du «* Jean Charcot *» de ses vastes connaissances en géodynamique marine. Que tous trouvent ici l'expression de me profonde gratitude.*

*Je dais également de vifs remerciements à tous ceux qui m'ont véritablement appris les choses de la mer et en particulier à Monsieur* L. BERTHOIS *qui vint à bord du «* Louis Boutan *» en Sicile et m'admit ensuite à son Laboratoire de Rennes, ainsi qu'à Monsieur* J. BOURGOIN, *Ingénieur Hydrographe en Chef que je retrouvais à bord du «* Baccarat *» et dont les conseils m'ont toujours été profitables.*

*Une fois les sédiments recueillis, il fallait les étudier et déterminer en particulier un grand nombre de faunes. Sans le savoir et l'amabilité de tous ceux qui m'ont alors aidé, je n'aurais pu mener à bien cette partie essentielle de mes recherches. Je dois donc une profonde reconnaissance à : Madame* P. LEMOINE *qui voulut bien examiner quelques-unes de mes Algues calcaires et me guider dons leur étude, Monsieur* L. REDIER *qui révisa ma collection de Bryozoaires et m'intéressa à ce groupe si attachant, Madame* S. FREINEX *dont l'expérience en matière de Lamellibranches me fut infiniment profitable, Monsieur* P. BREBION *qui corrigea mes premières déterminations de Castéropodes et enfin Monsieur* G. CHERBONNIER *qui passa en revue tous les fragments d'Echinodermes.*

*Du côté des biologistes, j'ai pu trouver également une aide efficace en* H. W. ZIBROWIUB *d'Endoume qui regarda tous les Hexacoralliaires retrouvés dons mes sédiments et avec qui j'eus de très intéressants échanges de vue sur quelques problèmes d'écologie méditerranéenne.*

*J'ai pu, de plus, bénéficier sur le plan scientifique comme sur le plan technique de l'aide active de Mesdames* CLOCCHIATI, LAURIAT *et de Messieurs* ALCAYDE, BOSSY, GAUTIER *et* LOREAU. *Mademaiselle* DESTARRAC *et Messieurs* A. CAULET, COURTOIS *et* MOINE *ont assuré la majeure partie des travaux de dessin et ont contribué ainsi à mettre en valeur les observations que renferme ce travail; je leur dois donc tous mes remerciements.*

*Aux nombreuses dettes de reconnaissances déjà signalées, s'ajoutent enfin celles toutes spéciales qui me lient à Messieurs les Professeurs* J. P. LEHMANN, D. J. STANLEY *et* H. FAURE *qui, après avoir participé à la mise à jour finale de ce travail, ont bien voulu accepter de le juger. Ils m'ont ainsi encouragé à poursuivre ces premiers efforts et à continuer dans cette voie passionnante qu'est la Géologie Marine.*

*Paris, 20 décembre 1969.*

Source : MNHN, Paris

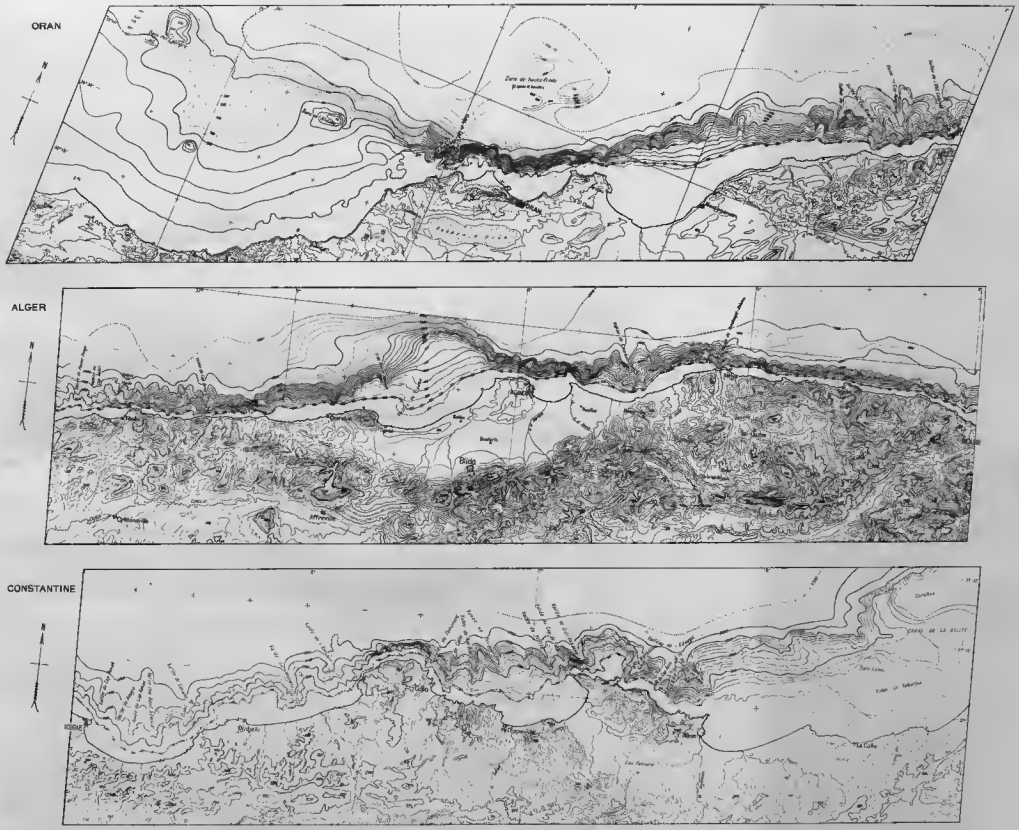



FIG. 1. — La marge continentale algérienne. Carte morphologique d'après A. ROSFELDER (1954).

Source : MNHN, Paris

# INTRODUCTION GÉNÉRALE

## A — CADRE GÉOGRAPHIQUE GÉNÉRAL, MORPHOLOGIE DU PRÉCONTINENT ALGÉRIEN

Comme toutes les terres émergées autour de la Méditerranée, l'extrémité septentrionale du continent africain se prolonge en mer par une bordure sous-marine peu étendue, plus ou moins continue, assurant la transition avec les grands fonds du bassin algéro-baléares : la *marge continentale* ou le *précontinent* (1) nord-africain. Allongée depuis la frontière marocaine jusqu'à la frontière tunisienne sur à peu près 1 000 km à vol d'oiseau, la marge continentale algérienne, orientée sensiblement WSW-ENE d'Oran à Alger puis Ouest-Est à partir d'Alger, forme l'essentiel du précontinent nord-africain (2) (voir fig. 1).

En examinant les minutes hydrographiques des côtes algériennes dressées par la Marine Nationale et mieux encore les cartes topographiques au 1/500 000 et au 1/100 000 qu'en ont tirées A. Rosfelder (1954) puis L. Leclaire (1968) (3), on peut remarquer que comme toutes les autres bordures continentales, cette marge algérienne présente trois parties bien différentes :

— ***le plateau continental***, généralement plat et de pente très faible (0°46′) s'étend entre le niveau zéro (terme de passage entre les terres émergées et les terres immergées) et la première inflexion des fonds sous-marins, située en moyenne entre —90 m et —120 m;

— ***le rebord continental*** marque la rupture de pente entre le plateau continental et la pente continentale;

— ***la pente continentale*** ou *glacis continental* (4) est une zone à forte déclivité (10° à 20° en moyenne), assurant la transition avec les plaines abyssales mollement ondulées du centre du bassin algéro-baléares par une deuxième inflexion généralement comprise entre —2 000 m ou —2 500 m.

Tout un système de *vallées sous-marines* ou de *canyons* burinent parfois profondément la pente et le plateau en donnant ainsi à la marge algérienne un aspect très compartimenté et très festonné.

Si l'on compare les largeurs et les inclinaisons de ces trois grandes unités morphologiques avec les valeurs mondiales (5) établies pour les mêmes zones par F. P. Sheparn (1948) (voir à ce sujet les extensions comparées du plateau et de la pente continentale devant la côte algérienne figurées par L. Leclaire dans son analyse détaillée de la morphologie du précontinent algérien publiée en 1968),

(1) Terme proposé par J. Bourcart.

(2) La topographie du bassin méditerranéen est bien représentée sur les cartes du Service Hydrographique de la Marine n° 5015 et 5016. Consulter également les cartes bathymétriques de la Méditerranée Occidentale dressées sous la direction de J. Bourcart et publiées par l'Institut Océanographique de Monaco.

(3) Ces cartes seront données au fur et à mesure de la description des sédiments.

(4) Nous élargissons ici le sens du terme employé par J. Bourcart.

(5) Ces valeurs moudiales attribuent une largeur de 78 km au plateau pour une pente de 0°07′, avec —132 m pour la profondeur de la ligne d'inflexion maximum; la déclivité de la pente continentale est estimée à 4°17′.

Source : MNHN, Paris

on peut remarquer selon l'expression de A. Rosfelder, (1954, p. 71) que « le plateau continental algérien est plus étroit, plus incliné et change de pente moins profondément que le profil mondial ». Nous avons vu en effet que les inclinaisons sont notablement plus fortes et quant à la largeur moyenne, rappelons qu'elle est de 7,1 km. En réalité, cette valeur moyenne se présente rarement et le plateau se réduit généralement à une étroite *corniche* devant les promontoires rocheux de la côte (moins de 1 km devant le cap Bougarouni) pour s'élargir considérablement (de 15 à 20 km) dans les baies ou golfes, au large des rivages bas et rectilignes. Par comparaison avec les autres bordures méditerranéennes, toutes ces variations confèrent à la morphologie de la marge algérienne une grande diversité qui reste sa caractéristique la plus marquante et la plus attrayante.

Un dernier coup d'œil aux cartes bathymétriques montre enfin qu'on peut, en général, subdiviser le plateau continental en deux sous-unités morphologiques séparées par une inflexion plus ou moins marquée des fonds :

— ***la bordure littorale*** s'étendant de 0 à —60 m avec une déclivité relativement élevée (3°),

— ***la plate-forme continentale*** reliant la bordure littorale au rebord continental par une série de fonds plats, déprimés, ou accidentés.

Malgré sa diversité qui fait dire à L. Leclaire « qu'il n'y a pas un plateau continental algérien, mais que l'Algérie est bordée par des plateaux continentaux régionaux », la bordure algérienne se distingue cependant des marges tunisiennes et marocaines par un retrécissement suffisamment accentué pour que la séparation puisse être faite. A l'Ouest la ligne de démarcation ne coïncide pas exactement avec la frontière marocaine mais se rapproche plutôt du méridien des Iles Habibas (1°50' de longitude W) ; à l'Est, elle est un peu plus difficile à placer mais on peut considérer qu'elle passe approximativement par le méridien du port de La Calle (8°30' de longitude E).

Entre ces deux extrémités, les principaux élargissements du plateau se regroupent naturellement en trois grandes régions qui correspondent *grosso modo* aux trois provinces géographiques ou administratives de l'Algérie et qui sont d'Ouest en Est :

— la Région oranaise;
— la Région algéroise;
— la Région constantinoise.

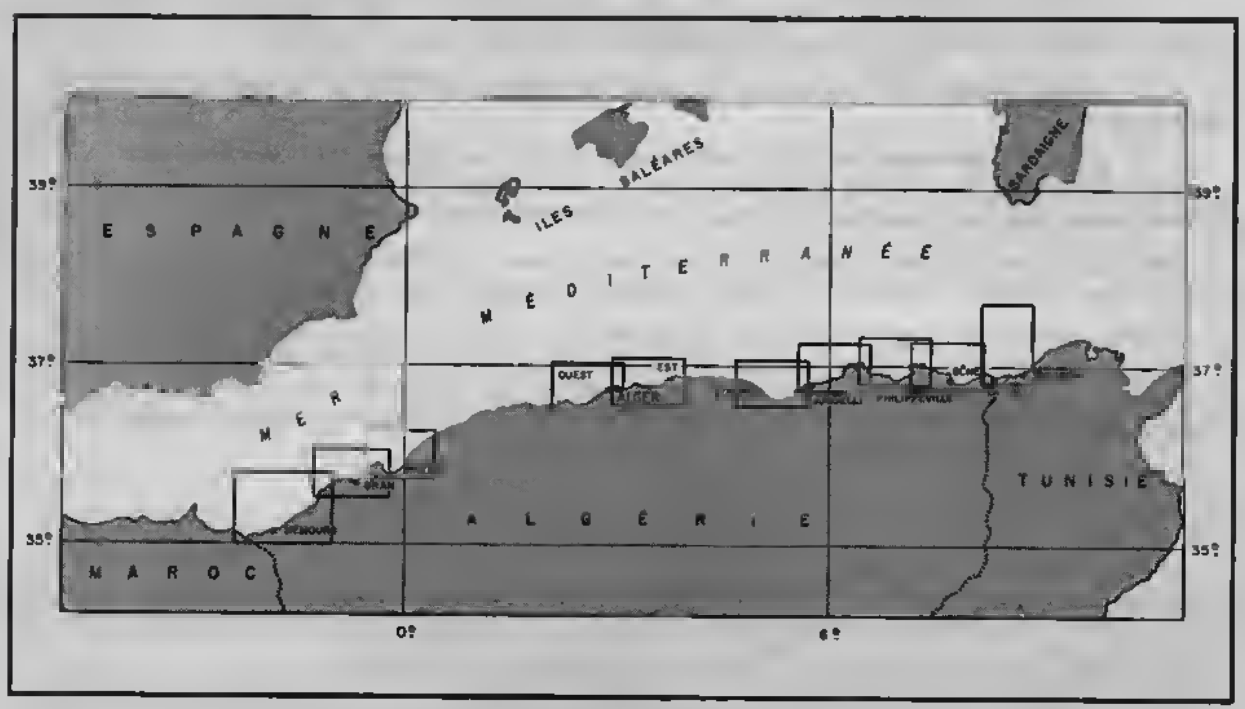



Fig. 2. — Schéma de situation des différentes zones étudiées.

Source : MNHN, Paris

A l'intérieur de ces régions dont nous préciserons ultérieurement les limites exactes, des promontoires séparent des baies ou des golfes qui se succèdent selon le découpage suivant :

| | |
|---|---|
| Région oranaise ..... | Golfe de Nemours<br>Golfe d'Oran<br>Golfe d'Arzew |
| Région algéroise ..... | Baie de Castiglione<br>Baie d'Alger<br>Baie de Courbet |
| Région constantinoise | Baie de Bougie<br>Baie de Djidjelli<br>Golfe de Philippeville<br>Golfe de Bône<br>Golfe de Tabarca |

*Remarque :*

Pour plus de commodité, on a rattaché les régions frontalières aux secteurs voisins : le golfe de Nemours fait ainsi partie de la Région Oranaise de même que le golfe de Tabarca et le Plateau de la Galite peuvent être réunis à la Région Constantinoise. Les sédiments organogènes étant fort peu abondants entre Nemours et Béni-Saf, nous ne retiendrons pas ici la première de ces dispositions et la Région Oranaise comprendra seulement les deux golfes d'Oran et Arzew.

La couverture cartographique complète de la morphologie des élargissements que nous avons explorés a été dressée au 1/100 000 et au 1/125 000 par L. Leclaire d'après les minutes du Service Hydrographique. Elle a été scindée en 10 feuilles qui correspondent à peu près au découpage donné plus haut (voir fig. 2) et vont constituer un support idéal pour toutes les esquisses sédimentologiques qui seront présentées dans ce mémoire.

## B — LES CONDITIONS ACTUELLES DE LA SÉDIMENTATION

Sur le précontinent algérien, les matériaux constituant la couverture sédimentaire actuelle proviennent, comme partout ailleurs, de l'érosion continentale ou sous-marine ainsi que de la production d'origine biologique, soit benthique, soit planctonique. Le façonnement et la répartition de tous ces matériaux sont largement conditionnés par la nature même du milieu marin, c'est-à-dire surtout par ses caractéristiques physico-chimiques et dynamiques.

### 1 — L'HYDROLOGIE GÉNÉRALE DES EAUX ALGÉRIENNES.

Par sa situation même de mer épicontinentale, la Méditerranée présente des caractéristiques océanographiques bien particulières qui ont été mises en évidence dès les premières mesures du « Thor » en 1908 (J.-N. Nielsen, 1912). Parmi les principaux facteurs qui règlent la circulation générale, les vents, l'évaporation et la rotation de la terre paraissent jouer un rôle important (G. Scott, 1915; P. Queney, 1950; B. Kullenberg, 1958). L'évaporation étant plus intense que les précipitations et les apports fluviaux, il y a un déficit constant et si « elle était fermée, la Méditerranée verrait son niveau baisser de 1 m par an » (A. Guilcher, 1965). Mais les apports en provenance de la Mer Noire via les Dardanelles et surtout de l'océan Atlantique par le Détroit de Gibraltar, rétablissent l'équilibre et confèrent à toute l'hydrologie méditerranéenne ses caractères les plus distinctifs.

La valeur moyenne du flux d'eaux atlantiques entrant en Méditerranée est, en effet, d'après les mesures de H. Lacombe et de P. Tchernia (1965) de 1 million de $m^3$/s. soit 31 600 $km^3$/an. Ce flux détermine par son importance l'allure de la circulation générale, de l'hydrologie et même des variations de niveau dans toute la Méditerranée Occidentale.



Source : MNHN, Paris

Les traits généraux de l'hydrologie méditerranéenne commencent à être bien connus car de très nombreux océanographes (voir l'inventaire publié par H. LACOMBE et P. TCHERNIA en 1960) se sont attachés à résoudre les nombreux problèmes posés par la transformation des eaux atlantiques. Sans revenir sur les effets de ces apports à l'échelon du bassin méditerranéen occidental (voir les travaux de H. LACOMBE et P. TCHERNIA, 1958, 1959, 1960, 1965, ...ainsi que ceux de J. FURNESTIN et C. ALLAIN, 1960, 1961, 1962, 1967), on envisagera surtout ici leurs incidences sur l'hydrologie des eaux algériennes.

a) **Salinités et Températures.**

A leur entrée en Méditerranée, les eaux atlantiques ont une salinité inférieure à 36,5‰, mais elles vont progressivement se *méditerranéiser* au long des côtes algériennes pour présenter une salinité de 37‰ vers la Tunisie en été (H. LACOMBE et P. TCHERNIA, 1960) et vers le golfe de Bône en hiver (J. FURNESTIN et C. ALLAIN, 1962).

En été les températures de ces eaux augmentent rapidement depuis le détroit (16°-17°) jusque vers l'Est (21° devant Oran) tandis qu'en hiver, elles sont relativement uniformes (environ 14°).

Toutes ces salinités et températures demeurent à peu près constantes depuis la surface jusqu'à la profondeur de 100-200 m et conditionnent donc la constitution des biocénoses installées sur tout le précontinent algérien.

b) **Circulation générale des eaux.**

Après leur entrée en surface dans le Bassin Méditerranéen occidental, les eaux atlantiques animées d'une vitesse moyenne d'environ 1 nœud (C. ALLAIN, 1960) recouvrent pratiquement toute la mer d'Alboran. A proximité d'Oran, elles se resserrent près de la côte algérienne en s'enfonçant jusqu'à 100-200 m de profondeur et en se dirigeant vers l'Est avec une vitesse moyenne de 0,6 nœnds. Vers le 4e méridien, le courant se divise en deux branches, dont l'une poursuit sa route vers l'Est (Détroit Sicnlo-tunisien) en s'écartant de la côte et en diminuant sa vitesse (0,5 m/s devant Alger), tandis que l'autre, moins importante, remonte vers le nord (bassin Algéro-baléares, côtes Ouest de Sardaigne et de Corse).

Orienté Ouest-Est tout au long du précontinent algérien, le courant d'eaux atlantiques induit des contre-courants au niveau de chaque baie ou golfe rencontré. Ces contre-courants tournent dans le sens des aiguilles d'une montre à vitesse très faible. D'après les mesures par flotteurs (A. GROVEL, 1961 et inédit; L. LECLAIRE, 1963 et inédit; J. CAULET, 1963 et inédit), la vitesse moyenne en surface de ces courants est de 0,3 km/h à Arzew et Alger. Les vents de sens contraire n'arrivent pas à annuler ces conrants mais les vents de même sens peuvent augmenter leur vitesse : en snrface devant Lapérouse, la vitesse est de 0,8 km/h. pour un vent de NE atteignant jnsqu'à 3,2 km/h. A proximité des fonds sous-marins, la vitesse de ces courants diminue très rapidement et devient pratiquement négligeable : 1 cm/s à Arzew par —15 m.

## 2 — LES FACTEURS HYDRODYNAMIQUES PRINCIPAUX.

Les conrants de marée restent inconnus sur la côte algérienne. Les variations de niveau du plan d'eau, liées à l'attraction luni-solaire, à l'importance du flux d'eaux atlantiques, aux différences de pression atmosphérique, à l'effet des vents persistants ou aux modifications de la densité de la masse d'eau littorale, sont toujours très faibles. D'une façon générale, toutes les observations réalisées sur les côtes oranaises, algéroises et bougiotes montrent ainsi que les variations jonrnalières du plan d'eau ne sont que de l'ordre de quelques cm (toujours inférienres à 10 cm), tandis que l'écart entre les valeurs maximales et minimales du niveau moyen ne dépasse pas annuellement 50 cm (L. LECLAIRE, 1963 et inédit; J. CAULET, 1963 et inédit).

En l'absence de courants permanents ou de marée suffisamment compétents pour mettre en suspension et transporter les matériaux grossiers, les courants induits par la boule au large ou à la côte sont à peu près les seuls à agir de façon active sur la sédimentation actuelle dans cette région.

Source : MNHN, Paris

### a) Les principaux paramètres des houles.

A l'aide des nombrenses observations de houle effectuées par le C. G. M. S. pendant les années 1959, 1960, 1961, 1962, en divers points des côtes algériennes (Arzew, Cap Matifou, Courhet-Marine, Bougie), les paramètres moyens des houles arrivant vers les rivages algériens ont pu être relativement hien définis.

En *hiver*, les houles prédominantes sont de direction W.NW (300°) avec une période moyenne de 8 à 9 s et 20 % au moins de trains d'ondes de 12 secondes. Les amplitudes correspondantes vont de 2 à 2,5 m avec des maxima de 4 à 6 m.

En *été*, les directions prédominantes sont cette fois-ci N.NE (30°) tandis que la période moyenne est hien plus faihle (6 à 7 s) et les amplitudes plus petites (0,5 à 1 m).

En appliquant la loi snr la houle rotationnelle en profondeur infinie de Gerstner, on peut ainsi calculer que la longueur d'onde des houles d'été de 6 s est de 130 m environ, ce qui entraîne une célérité de 10 m/s, tandis que la longucur d'onde des houles d'hiver les plus fréquentes est de 150 à 170 m avec une célérité de 14 m/s. Les houles de gros temps en hiver ont nne longueur d'onde de 200 m avec une célérité de 17 m/s.

Les valeurs d'amplitude moyennes vont nous donner selon la formule approchée de D. Laval, l'extension en profondeur (pour chaque type de houle) du déferlement (h') :

$h' = 0{,}70$ m pour les houles d'été;
$h' = 2{,}70$ m pour les houles d'hiver fréquentes;
$h' = 5{,}50$ m pour les grosses houles d'hiver.

En été, le déferlement sera donc pratiquement inexistant, alors qu'en hiver il s'étendra jusqu'aux fonds de 6 m et parfois (selon la configuration de la côte) jusqu'à 8 on 9 m.

### b) Les courants dus à la houle.

Dans le cas de la plupart des houles à amplitude petite et moyenne, les courants dus à la houle ne prennent vraiment d'importance que dans la zone du déferlement. Ils affectent donc uniquement les sahles et les graviers de la frange littorale ( fonds de —10 m) dont ils assurent le transport latéral par *dérive littorale* et la dispersion vers la zone des rouleaux par *rip-currents* entre autres. Ce sont eux qui modèlent la physionomie générale des plages.

Dans le cas des houles à forte amplitude, on a pu uniformément observer une mise en suspension des matériaux hien avant le déferlement. Cette mise en suspension serait due au mouvement périodique de la houle provoquant des variations de pression au niveau des particules du fond. Il y aurait ainsi production d'un courant dans la *couche limite* au fond, entraînant sur les surfaces peu accidentées un afflux parfois considérahle de matériaux jusqu'au niveau du déferlement (P. Lhermitte, 1960). Pour les houles moyennement fortes, ces transports par *flot de fond* ont lieu assez conramment à partir de —10 ou —20 m. Pour les houles de période $T = 12$ s et d'amplitude $h = 4$ m, P. Lhermitte (1958) a pu calculer que les phénomènes de remontée de vases sans remise en suspension peuvent commencer vers —40 m, tandis que pour une houle de même période mais d'amplitude $h' = 6$ m, ce serait à partir de —60 m. L'auteur conclut même que pour les grandes tempêtes les vases pourraient être remises en mouvement à partir de —100 m.

Autrement dit, toutes les particules pélitiques tapissant le plateau continental algérien seraient donc affectées de mouvements de translation sous l'influence des grandes tempêtes. L. Leclaire, dans son mémoire, en donne quelques exemples.

## 3 — LES APPORTS DE MATÉRIAUX.

### a) Les apports organogènes.

Les organismes vivants abandonnent leurs *parties dures* dans le milieu marin et les squelettes, les plaques, les coquilles s'amoncellent à la surface du fond, constituant nne part non négligeahle

Source : MNHN, Paris

des sédiments. Parmi ces matériaux organogènes, on distingue généralement ceux qui proviennent de l'anéantissement des biocénoses benthiques de ceux qui résultent de la chute (la fameuse *neige* des grands fonds) d'organismes planctoniques.

L'évaluation des apports benthogènes comme planctogènes est assez malaisée et notre ignorance demeure encore assez grande sur leur ampleur bien que de nombreux océanographes se soient préoccupés de la question. C'est qu'il faut tout d'abord définir la densité des peuplements benthiques comme pélagiques.

A cet égard, les renseignements dont on dispose pour les biocénoses benthiques algériennes sont pour ainsi dire inexistants. La seule tentative demeure en effet celle de R. SPARCK (1931) qui a essayé d'évaluer le nombre de formes benthiques vivant dans les vases de la baie d'Alger en effectuant (malheureusement) un seul dragage à la drague Petersen. Les résultats, trop rares pour être significatifs, indiquent que les vases d'Alger sont très pauvres en organismes (quelques unités par $m^3$). Sur les peuplements des faciès coralligènes ou des sables de plage, on ne sait rien.

En ce qui concerne les apports planctoniques, il est de fait qu'on a réalisé de nombreuses mesures de la densité des organismes, soit par pesées, soit par numérations. D'une façon générale, on a pu estimer que les microorganismes se comptaient par milliers et millions dans 1 litre d'eau de mer, mais sur le zooplancton moyen les indications sont plus rares. Devant les côtes algériennes, on dispose de nombreuses numérations effectuées par F. BERNARD et ses collaborateurs. D'après D. KRUGER (1950) il existe ainsi par litre d'eau devant Alger et suivant les mois et les saisons, de 600 000 à 1 000 000 petits Flagellés (Cyanophycées, Tintinnides, Silicoflagellés), de 15 000 à 100 000 Coccolithophoridés, de 125 000 à 300 000 Dinoflagellés, de 6 000 à 40 000 Diatomées. Résumant toutes ces investigations, F. BERNARD et J. LECAL-SCHLAUDER estimaient qu'en 1950 « dans les eaux moyennes, vers 6 km au large et par 100 m de profondeur, tout se passe comme si l'accroissement habituel du stock de Flagellés calcaires était de 0,1 $g/m_3$ et par jour. Cela donne un poids de 36,5 g/an » (1953, p. 15). Prolongeant ces calculs, F. BERNARD en conclut que « le rôle sédimentaire de ces organismes demeure important » puisque leurs plaques, entières ou dissociées, « font de 20 à 35 % des dépôts au large d'Alger ».

En fait, une grande partie des apports planctogènes disparaît au cours du dépôt, soit par remise en circulation dans le cycle de la matière organique (nourriture), soit par simple dissolution en cours de chute ou sur le fond. Les recherches les plus récentes de W. H. BERGER (1967, 1968) montrent, en effet, que la dissolution des organismes siliceux et calcaires est relativement importante en fonction de la profondeur. En 4 mois, et entre 0 et —1 000 m, les tests de Globigérines perdraient ainsi jusqu'à 5 % de leur poids tandis que les Radiolaires laisseraient dissoudre jusqu'à 20 % de leur squelette. Selon l'auteur, les taux de dissolution varieraient pour chaque espèce, mais d'une façon générale, les petits organismes ou les fragments se dissoudraient beaucoup plus vite que les tests intacts.

Enfin, s'il est vrai qu'une grande partie des apports actuels, planctogènes comme benthogènes, participe vraiment à la constitution du sédiment, il reste que beaucoup de matériaux, très remaniés, sont d'origine ancienne, ce qui ne facilite pas l'estimation des taux de sédimentation organogène présents. Sans avoir d'idée extrêmement précise sur leurs importances, on estime cependant que ces taux demeurent très au-dessous de ceux de la sédimentation terrigène, ce qui a conduit certains auteurs à qualifier la sédimentation organogène de *sédimentation oligotrophique*.

### b) Les matériaux terrigènes.

Les apports de matériaux terrigènes proviennent pour la plupart du débit solide des fleuves et de l'érosion marine des rivages. Sur l'importance de cette dernière en Algérie, on sait très peu de choses car l'observation méthodique de l'avancée et du recul du littoral a été inaugurée il y a très peu de temps et demeure fort incomplète.

En ce qui concerne le volume des matériaux déversés par les oueds, quelques estimations ont pu être faites, notamment par A. ROSFELDER (1954) et L. LECLAIRE (1970), d'après les jaugeages réalisés par les ingénieurs de l'Institut de l'Hydraulique. Mais les chiffres présentés doivent être considérés comme très approximatifs car les débits solides des oueds algériens ont été en général peu mesurés et les débits liquides ont été calculés rarement à proximité des embouchures. D'autre part, aucune estimation approchée des apports déversés par les oueds secondaires ou le simple ruissellement n'a été établie.

Source : MNHN, Paris

L. Leclaire donnant une analyse détaillée des débits solides des oueds, on se reportera à son mémoire pour plus de précisions. Pour fixer les idées, on citera simplement ici les chiffres publiés par A. Rosfelder. D'après les évaluations de débit liquide effectuées par Mallet et Gauthier (1947), A. Rosfelder (1955) a calculé, en effet, que l'apport total en matériaux (fins pour la plupart) déversés par les oueds sur le précontinent algérien s'élève à environ 150 millions de tonnes par an : ce qui donnerait un accroissement d'épaisseur de la couverture meuble de 42 mm/an pour la région constantinoise et de 7 mm/an pour l'Oranais.

Si l'importance des apports fluviaux paraît un peu surestimée (le Rhône disperserait en effet 65 millions de tonnes par an, Van Andel, 1955), il semble que les évaluations portant sur l'accroissement de la couverture meuble le soient beaucoup. Si elles étaient de cet ordre, il semble bien que tous les dépôts organogènes auraient été enfouis depuis longtemps.

En fait, les apports terrigènes déversés par les oueds algériens sont généralement très fins et argileux et leur dispersion vers le large (sur les surfaces de la pente continentale) est relativement forte puisque, entre autres, les grands fleuves algériens n'ont pas de deltas très prononcés.

Les modalités de cette dispersion et l'influence qu'elle exerce dans la répartition des sédiments organogènes, seront étudiés plus en détail à la fin de ce travail.

## C — BUT ET PRÉSENTATION DU MÉMOIRE

Les sédiments organogènes recouvrent approximativement 30 % des surfaces explorées sur le précontinent algérien et 285 prélèvements en ont été isolés parmi le millier d'échantillons ramenés. Loin d'être issus de la dégradation de formations de type récital ou péri-récifal, ces sédiments organogènes résultent tout simplement de l'accumulation des squelettes, des tests et des coquilles abandonnés par les Invertébrés benthiques, ayant vécu dans les biocénoses actuelles ou récentes installées à la surface de la marge continentale. Contrairement à ce que l'on peut observer dans les sédiments organogènes actuels de la Manche, la part des débris d'origine terrigène est, dans ces sables et ces vases organogènes d'Algérie, très faible pour ne pas dire négligeable.

Lorsqu'en 1963, j'entrepris l'étude de ces sédiments organogènes, on n'ignorait certes pas leur présence sur la bordure algérienne, les sondages du Service Hydrographique comme les rares missions océanographiques ayant maintes fois signalé des fonds coralligènes ou des sables coquilliers, mais on n'avait aucune information précise sur leur texture, leur composition et *a fortiori* leur mode de formation. Déterminer aussi exactement que possible toutes ces caractéristiques, tel était donc le but que je me fixais préalablement.

Mais à l'époque, les sédiments organogènes avaient été peu étudiés en raison sans doute de leur faible extension sur les bordures continentales explorées jusque là. On se contentait même, en général, de calculer la proportion des particules biogènes d'un sédiment composite en effectuant une simple attaque à l'acide sans chercher à reconnaître la qualité ou le volume des composants ! Il me fallut donc avant tout commencer par adapter et mettre au point toute une série de méthodes afin de définir la texture et surtout la composition de ces sédiments organogènes.

Pour cartographier ces formations de façon aussi naturelle et expressive que possible, il convenait ensuite de rechercher si les différents types de matériaux pouvaient être regroupés en *faciès* bien distincts, ce qui revenait à poser le problème d'une classification homogène et significative des sédiments organogènes.

Puis, les débris organiques reconnaissables pouvant fournir de précieux renseignements sur leur milieu d'origine, il était également indispensable, pour mieux reconnaître le mode de formation des divers faciès, de dresser l'inventaire des faunes et des flores représentées et de déterminer la *valeur écologique* des populations accumulées par des évaluations chiffrées, c'est-à-dire aussi peu subjectives que possible, de *l'abondance* et de la *dominance des formes caractéristiques*. Cela impliquait un très long effort de déterminations et de comptages.

En fin de compte, les analyses de texture, de composition et de peuplements allaient permettre d'avoir une idée plus précise de la sédimentation organogène sur le précontinent algérien et en particulier de son évolution au cours de la période récente.

Source : MNHN, Paris

C'est de tout cela que traite la première partie de ce mémoire intitulée :

LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU PRÉCONTINENT ALGÉRIEN

et décomposée comme suit :

*Chapitre 1* : généralités, méthodes d'étude, classification des sédiments organogènes.
*Chapitre 2* : les sédiments organogènes oranais.
*Chapitre 3* : les sédiments organogènes de l'Algérois.
*Chapitre 4* : les sédiments organogènes de la Kabylie à la Tunisie.
*Chapitre 5* : conclusion.
les caractères spécifiques de la sédimentation organogène récente sur le précontinent algérien.

Mais les inventaires et dénombrements de population fournissant de très appréciables indications sur la distribution de multiples restes organiques en fonction des principaux facteurs climatiques ou édaphiques du milieu, il m'apparut vite qu'à défaut d'une analyse complète de la répartition des faunes et flores sur le précontinent algérien qu'il restait à esquisser, des résultats très intéressants, car basés sur des comptages, pouvaient être escomptés en ce qui concerne d'une part les relations « faunes (ou flores) · texture des sédiments, profondeurs, sédimentation terrigène, agitation... », d'autre part les altérations subies par les populations au cours de la sédimentation.

A cet égard, des renseignements très précis pouvaient être envisagés pour les groupes les mieux représentés (1) (Bryozoaires, Mollusques, Hexacoralliaires, Brachiopodes) et d'une façon plus générale, on pouvait essayer de voir si le *paysage bionomique* d'une province ou d'une région se retrouvait intact dans les sédiments formés sous son influence.

L'analyse sédimentologique débouchait ainsi dans un plus vaste domaine en essayant de forger une nouvelle *clef* pour la recherche d'analogies entre peuplements anciens et peuplements actuels et cette tentative en donnant tout son sens à l'étude des sédiments organogènes algériens fournissait l'essentiel de la seconde partie de ce travail.

Cette seconde partie, intitulée :

« LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS BIOGÈNES DES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES ALGÉRIENS »

s'établit donc comme suit :

*Chapitre 6* : généralités
*Chapitre 7* : les Bryozoaires
*Chapitre 8* : les Mollusques
*Chapitre 9* : les Brachiopodes

A la fin de ce mémoire, des conclusions générales rappellent tous les résultats obtenus.

## D — LE TRAVAIL A LA MER

Les sédiments analysés dans cette étude ont été prélevés au cours de 6 missions, échelonnées d'août 1960 à novembre 1965 et réalisées principalement dans le cadre et avec les moyens du C. G. M. S. Le déroulement de ces campagnes et la nature des différents moyens nautiques mis en œuvre ayant déjà fait l'objet de publications collectives (A. ROSFELDER et al., 1962; L. LECLAIRE, J. CAULET et P. BOUYSSE, 1965) nous en rappellerons donc ici seulement les traits essentiels.

L'exploration de la marge continentale nord-africaine a pu être menée à bien surtout grâce à l'utilisation du « *Louis Boutan* », chalutier en fer armé pour la pêche expérimentale et géré successivement par la Délégation générale en Algérie puis à compter de 1962 par l'I. S. T. P. M. (2).

(1) Les Foraminifères, comme les autres Protozoaires, n'ont pas été étudiés, en raison de leur faible importance d'une part et de la « spécialisation » qu'ils réclament d'autre part. De plus, ils ont fait l'objet ou feront l'objet de nombreuses études (voir les travaux de Mmes G. GLAÇON et L. BLANC-VERNET pour ne citer que les plus importants).

(2) Je suis heureux de renouveler ici mes remerciements à J. AUDOUIN, pour toute l'aide qu'il nous a fournie à cette époque.

Source : MNHN, Paris

Au total, six missions de durée variable (1 mois en moyenne) ont pu être organisées d'août 1959 à juillet 1963, dont 4 ont été plus spécialement restreintes au plateau continental algérien (1). Les deux premières se sont déroulées durant l'été 1960 : Golfe de Bône, Baies d'Alger, de Castiglione, Golfes d'Arzew et d'Oran; les deux dernières ont eu lieu au printemps (Région oranaise) et en été 1963 (Région constantinoise). 964 échantillons ont pu être ainsi réunis auxquels est venu s'adjoindre un lot de 49 antres recueillis dans la région algéroise au cours de sorties hebdomadaires en mer pendant mars et avril 1961.

Au cours de ces campagnes, l'équipement océanographique du *Louis Boutan* consistait simplement en un treuil de pêche ordinaire et en un ensemble de deux sondeurs à ultra-sons :
— 1 sondeur Scam pour profondeurs moyennes (plateau continental),
— 1 sondeur Kelvin-Hughes pour grands fonds.

Le matériel de prélèvement réunissait quelques dragues légères avec sac de retenue et deux ou trois petits carottiers de type Kullemberg tous construits et mis au point par A. Rosfelder (2).

Le *Louis Boutan* n'étant pas à l'époque équipé de radar, le positionnement en mer et la localisation des stations de dragage ont été déterminés par des visées au cercle hydrographique selon les méthodes classiques.

L'obligation de restreindre la durée des missions, l'ampleur des surfaces à explorer et le but même de ces missions, destinées en priorité à dresser les grandes lignes de la sédimentation actuelle dans ces régions, nous ont donc conduit à rejeter le système de prélèvements suivant un carroyage systématique et à rechercher plutôt les changements de faciès sur la foi des cartes sédimentologiques de A. Rosfelder (1954) d'une part, et d'après les variations de la topographie sous-marine d'autre part (3).

Pour faciliter ces opérations et aussi pour mieux individualiser les diverses zones géomorphologiques de la marge continentale, les stations de dragage ont été échelonnées suivant une direction perpendiculaire à la côte, tout au long de profils ou *radiales*. Les pentes du talus continental étant aisément repérables sur les bandes de sonde, la plupart de ces radiales ont été entamées par leur extrémité externe et poursuivies jusqu'au rivage avec enregistrement continu des fonds au sondeur U-S, la vitesse du navire demeurant naturellement constante.

Les sources d'erreur s'avérant nombreuses (malgré la multiplication des calculs de position), les bandes de sonde n'ont pas été utilisées pour bâtir une bathymétrie réelle; elles nous ont servi essentiellement de *support topographique* pour l'étude des sédiments.

Les dragages ont été effectués de telle sorte que l'aire parcourue par la drague soit réduite au maximum (4) à une centaine de mètres. Les échantillons ramenés ont été conservés dans des sachets en polyéthylène (pour les sables) ou des bocaux en matière plastique étanches (pour les vases) ; les animaux vivants ont été dans la mesure du possible mis de côté et isolés dans de l'alcool.

Les deux dernières missions auxquelles j'ai pu participer avec L. Leclaire (campagne méditerranéenne de la « *Thalassa* » en novembre 1963 et campagne « *Géomède I* » en mars 1966 sur le « *Jean Charcot* ») ont été extrêmement fructueuses d'un point de vue général (techniques hydrologiques, magnétométriques et géophysiques) mais elles ne m'ont permis de ramener qu'une dizaine d'échantillons supplémentaires. Leur grand mérite a été de me faire mesurer les grands progrès réalisés par l'océanographie depuis l'époque du « *Pt. Théodore Tissier* » et du « *Lacaze-Duthiers* », navires sur lesquels je m'honore d'avoir commencé mon apprentissage de géologue marin.

(1) Les deux autres (été 1959 et automne 1961) ont été réservées à la prospection du Détroit sicilo-tunisien.
(2) Une description de tout ce matériel est donnée dans la thèse de A. Rosfelder (1961). Alger.
(3) Selon la même technique préconisée par G. Boillot (1964).
(4) Pour avoir un prélèvement ponctuel et en raison de la variation très rapide des faciès sur un précontinent de largeur très réduite.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Première partie

# LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU PRÉCONTINENT ALGÉRIEN

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

*CHAPITRE PREMIER*

# GÉNÉRALITÉS

## A — HISTORIQUE

### 1 — RAPPEL DES ÉTUDES PORTANT SUR LES SÉDIMENTS DU PRÉCONTINENT ALGÉRIEN.

Jusqu'à ces deux dernières décennies, les minutes de sonde dn Service Hydrographique ont constitué à peu près la seule source de renseignements sur la nature et la répartition des sédiments meubles du précontinent algérien. Parallèlement aux efforts déployés par les ingénieurs hydrographes depuis MOUCHEZ (1873) jusqu'à CHAVANIER (1933), on ne relève en effet aucune tentative importante d'étude des sédiments et les grandes expéditions océanographiques qui ont visité les côtes algériennes de 1880-1883 (« *le Travailleur* » et le « *Talisman* ») à 1946 (« *Skagerak* ») se sont surtout préoccupées d'inventorier les faunes et les flores.

En 1959, lorsque jc commençais à explorer les baies d'Oran et d'Arzew, les seules cartes détaillées dont je disposais étaient ainsi celles qu'avaient fait dresser la Kriegsmarine en 1921 d'après les travaux du S. H. et ces cartes ne faisaient-elles encore que reproduire les indications très succinctes données par les sondages au plomb suiffé ! Elles mettaient bien en évidence les deux aspects principaux de la couverture meuble en opposant les sables grossiers et les vases, mais elles ne fournissaient aucune information précise sur la texture et la composition de ces derniers.

A vrai dire, on doit les premières observations détaillées sur les fonds grossiers d'une part à L. DANGEARD qui décrit en 1923 les sédiments dragués par le « *Pourquoi-pas* » à proximité des Iles Habibas et signale notamment les fameuses formations à *prälines* et d'autre part à Mme P. LEMOINE qui reconnaît dès 1915 (Campagnes du « *Thor* ») la présence de maerls dans la baie des Andalouses. De leur côté, les premières analyses sédimentologiques des sédiments méditerranéens sont faites en 1939 par L. BERTHOIS qui décrit la texture et la composition des matériaux récoltés par L. DANGEARD et met en évidence l'importance des débris organogènes. Les résultats conduisent l'anteur à faire plusienrs observations qui gardent encore toute leur valeur : « Ainsi la quantité d'éléments détritiques peut être accompagnée de sept ou huit fois son poids d'éléments organiques... mais les apports détritiques se font sur nne étroite bande près des côtes et seuls les petits éléments minéraux parviennent au large ».

A l'occasion de la campagne de la « *Tanche* » en 1924, E. LE DANOIS donne, après examen de quelques fonds de chalut et dragages, une série de cartes des fonds marins allant de la frontière tunisienne (secteur I) à la frontière marocaine (secteur VIII). Mais les faciès qu'il emploie sont mal définis et caractérisés uniquement par des critères *bionomiques* : sable à *Ophiura lacertosa*, faciès sablo-vaseux à *Dorocidaris papillosa*, vases à Avicules... C'est que ces cartes sont surtout destinées aux pêcheurs qui, depuis des générations, dressent à leur usage particulier des esquisses sommaires de la répartition des fonds. Ces esquisses, jalousement conservées, sont basées sur une longue expérience du travail à la mer, mais les indications qu'elles renferment sur la nature des fonds sont encore très rudimentaires (M. NOVELLA, 1928).

En 1946 enfin, le « *Skagerak* » inaugure l'ère des travaux de géologie sons-marine devant la côte algérienne en effectuant des carottages profonds (—2 300 à 2 700 m) au large d'Alger. Pourtant, si des résultats intéressants (présence de turbidites entre autres) sont obtenus pour les zones de piedmont au bas de la pente continentale, ancune investigation sur le plateau proprement dit n'est poursuivie.

Source : MNHN, Paris

En fait, les premières analyses sédimentologiques consacrées aux sédiments du plateau continental algérien commencent vers 1951 avec les travaux de P. MURAOUR, G. HOLLANDE et J. H. DURAND sur quelques vases de la baie de Castiglione et de l'embouchure de l'oued Sebaou, tandis que A. ROSFELDER entame l'étude des sables de plage. Mais les résultats ne donnent lieu qu'à quelques publications préliminaires et lorsqu'en 1959, le C. G. M. S. commence sous la direction de A. ROSFELDER à entreprendre l'étude du précontinent algérien, tout reste à faire.

Dans une notice qu'il écrit en 1954 pour accompagner les cartes au 1/500 000 de la marge continentale algérienne et qu'il considère comme une base de départ, A. ROSFELDER va plus loin et précise même : « Avouons que les faciès sédimentaires des fonds marins algériens ont été étudiés surtout dans des considérations bionomiques et que les sédiments clastiques et vaseux restent à peine connus sinon inconnus » et il conclut en insistant sur le fait que « Si nous excluons les longs, minutieux et précieux levés du S. H., la totalité du temps passé sur nos côtes par les principales expéditions océanographiques pour la plupart étrangères et pour la plupart conduites avec un souci biologique ne ferait que quelques semaines en un siècle ».

Les missions et les prélèvements que son équipe a pu réaliser après deux courtes campagnes allaient tout de suite permettre de mieux identifier et définir les faciès des sédiments meubles puisque toute une série de résultats préliminaires devaient commencer à paraître dès 1962. Ce furent tout d'abord les thèses de 3e cycle de L. LECLAIRE, sur le golfe de Bône, de A. GROVEL sur la baie d'Alger et J. MANIVIT sur les faunes accumulées; puis en 1965 (L. LECLAIRE, J. CAULET et P. BOUYSSE) paraissaient les premières esquisses sédimentaires des régions étudiées ainsi qu'une courte description des faciès. Ensuite des notes ont fait le point au fur et à mesure que les travaux s'avançaient (J. CAULET, 1967, 1968, 1969; L. LECLAIRE, 1968, 1969). Finalement tout cet effort trouve sa conclusion dans ce mémoire et celui de L. LECLAIRE qui résument tout ce que le C. G. M. S. a pu apporter de neuf dans notre connaissance du précontinent algérien.

## 2 — RAPPEL DES ÉTUDES PLUS SPÉCIALEMENT CONSACRÉES AUX SÉDIMENTS ORGANOGÈNES.

D'une façon générale, la sédimentation organogène a été surtout étudiée autour des récifs et dans des zones privilégiées comme par exemple les Bahamas, mais les sédiments organogènes calcaires déposés en l'absence de tout environnement récifal, notamment sur les plateaux continentaux des mers tempérées, n'ont fait l'objet que d'un très petit nombre de travaux.

Cela tient sans aucun doute à ce qu'ils sont fort peu répandus par rapport aux sédiments plus terrigènes mais aussi à ce que leur étude ne peut être menée à bien avec les techniques habituelles.

Sans revenir sur les recherches consacrées aux formations organogènes péri-récifales qui sont nombreuses et bien connues, on citera rapidement ici celles qui ont plus spécialement trait aux sédiments organogènes calcaires « ordinaires ».

A cet égard, faisant toujours office de pionniers, L. DANGEARD et L. BERTHOIS se sont les premiers intéressés à la composition et au mode de formation des matériaux organogènes qu'ils ont rencontrés dans la Manche et la Méditerranée mais sans pourtant mettre au point les techniques d'analyse indispensables. L. BERTHOIS devait par la suite poursuivre ces recherches sur les sédiments coralliens de l'Ile Mayotte (1965).

Il revient donc à F. P. SHEPARD et D. G. MOORE d'avoir créé le premier outil nécessaire à la définition des compositions de ces sédiments organogènes et d'avoir montré par leurs travaux sur les formations meubles du golfe du Mexique (1954, 1955, 1956) tout l'intérêt de l'analyse détaillée de ces matériaux pour comprendre la formation des sédiments calcaires anciens.

En Méditerranée, on doit à J. J. BLANC les descriptions préliminaires des sédiments organogènes calcaires de la Méditerranée orientale et du Détroit siculo-tunisien, mais c'est d'après les techniques de F. P. SHEPARD que je pouvais dès 1960 donner les premières analyses complètes de la texture et de la composition de ces mêmes sédiments (thèse de 3e cycle).

Par des voies différentes, G. BOILLOT présentait en 1964 les compositions des sédiments organo-terrigènes et organogènes de la Manche ce qui lui permettait d'introduire la notion de « gradient organogène » et son exemple était suivi par P. HOMMERIL en 1967 pour quelques sables zoogènes des îles anglo-normandes. Mais on doit également signaler que les maerls des côtes bretonnes ont fait l'objet de très nombreux travaux de Mme P. LEMOINE, de A. GUILCHER et de L. BERTHOIS tandis que les

Source : MNHN, Paris

formations bioclastiques de l'Atlantique étaient plus spécialement étudiées au cours de ces dernières années par l'équipe du B. R. G. M. (P. Bouysse et Y. Le Calvez) et de nombreux chercheurs dont P. Vanney et F. Hinschberger.

Actuellement plusieurs équipes et notamment celles de O. H. Pilkey aux Etats-Unis et J. J. Blanc en France s'intéressent aux sédiments organogènes de l'Atlantique et de la Méditerranée dont on s'aperçoit (et nous le verrons bien) que la composition et le mode de formation fournissent de nombreux indices utiles pour retracer l'évolution de la sédimentation au cours de la période holocène et dont l'étude mérite ainsi toute notre attention.

## B — LA CLASSIFICATION DES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES

Décrire un sédiment meuble, c'est en gros, définir sa texture et déterminer sa composition. La première démarche (définir la texture) renseigne toujours sur l'état physique du sédiment et parfois sur les péripéties qu'il a subies au cours de sa formation : lévigation, mélange de populations, transport etc. Elle met essentiellement en jeu les techniques bien connues de granulométrie, morphoscopie, mécanique des sols etc. La deuxième démarche (déterminer la composition) a pour but primordial de rendre compte de la nature, c'est-à-dire de l'origine du sédiment et donc finalement de son mode de formation. Pour y parvenir, elle fait appel avant tout à l'observation directe, renforcée de plus en plus par toute nne gamme d'analyses détaillées, pétrographiques, minéralogiques, chimiques etc. Le résultat final de toutes ces investigations est généralement réduit à une « notation » plus ou moins courte (ex. : sables détritiques, gravier organogène...) qui rend compte de l'état et de la qualité du sédiment.

L'ensemble ordonné de toutes les notations possibles constitue une classification; décrire complètement un sédiment, c'est donc avant tout l'insérer dans le cadre d'une classification.

Malheureusement, aucune classification n'a encore fait l'unanimité sur sa valeur et plusieurs systèmes différents ont été créés et adoptés avec plus ou moins de bonheur (1).

Pour un grand nombre de sédimentologistes, la classification des sédiments doit se fonder sur la nature même du matériau qui renseigne en priorité sur son origine et son mode de formation : « Nous classerons les sédiments d'après leur mode de formation en sédiments d'origine primaire ou *protogènes*, formés directement au sein des eaux et sédiments d'origine secondaire ou *deutogènes* (on a accoutumé de dire *deutérogène*, G. Boillot, 1964) aussi appelés détritiques ou clastiques, résultant du remaniement de ceux de la première catégorie ou du remaniement de roches éruptives ou métamorphiques ou encore de roches elles-mêmes déjà détritiques » (E. Haug, 1927).

Sur la marge continentale algérienne, ces deux grands ensembles se retrouvent ainsi sous la forme suivante :

— *les sédiments deutérogènes* sont constitués par les sables et vases terrigènes d'origine résiduelle ou détritique (2) ;
— *les sédiments protogènes* sont représentés, en général, par les sables et graviers organogènes qui font l'objet de ce mémoire.

Mais l'analyse approfondie des échantillons que nous avons ramenés, montre qu'en réalité il n'y a pas de frontières bien tranchées entre les deux grands ensembles précédemment définis : des débris organogènes sont ainsi souvent présents dans tous les sables ou vases terrigènes, de même que des particules détritiques fines (microquartz, argiles) le sont au sein des sédiments organogènes.

En fait, tous les sédiments procèdent, à la fois et à des titres divers, des deux grands ensembles protogène et deutérogène. Pour cette raison, de nombreux auteurs ont abandonné cette classification et celles qui en sont dérivées et, après J. Thoulet (1922), ont proposé de définir les sédiments non plus par leur nature qui peut être très composite mais plutôt par leurs propriétés texturales. Ces considérations ont abouti à la mise au point de nombreuses classifications d'ordre essentiellement

(1) Ce n'est pas ici le lieu de rappeler toutes les classifications; on consultera avec fruit les manuels et traités de F.J. Pettijohn, 1948; A. Tricart et J. Cailleux, 1959; A. Vatan, 1968.
(2) Voir définitions des sédiments résiduels ou détritiques, in K.O. Emery (1952).

Source : MNHN, Paris

granulométrique. Divergeant notamment dans le détail des limites de classe, ces dernières concordent généralement pour séparer les sédiments en trois grands *groupes* suivant la dimension de leurs grains :

— *blocs ou cailloux :* du mètre à 2 mm;
— *sables :* de 2 mm à 0,020 mm;
— *colloïdes et précolloïdes :* au-dessous de 0,020 mm.

Sans retracer ici les divers systèmes utilisés dont on trouvera un tableau synoptique dans une note de A. Cailleux (1954) et une discussion dans la thèse de P. Hommeril (1967, p. 26), nous rappellerons que la classification la plus largement utilisée reste celle de J. Bourcart (1941 et 1947) dont les trois grandes divisions se définissent comme suit :

— *sables et graviers :* $d > 100\,\mu$ (1) ;
— *sablons et poudres :* $100 > d > 2\,\mu$;
— *colloïdes et précolloïdes :* $d < 2\,\mu$.

Mais en dépit des nombreux services qu'elle a rendu et rend encore, cette classification est vite apparue comme trop sommaire et parfois inadaptée, lorsqu'on a voulu l'utiliser, non plus pour décrire un simple échantillon, mais pour cartographier à une grande échelle tous les sédiments d'une région, selon de grandes surfaces homogènes correspondant aux *zones sédimentaires* (G. Boillot, 1964). On s'est aperçu, entre autres, que l'application systématique de ce mode de classement conduisait souvent à la formation de véritables cartes en *confetti* (suivant l'expression de P. Hommeril) traduisant plus les variations extrêmement locales des distributions granulométriques que les caractères constants des sédiments.

Les sédimentologistes en sont alors revenus à une classification des formations sédimentaires préférentiellement basée sur l'origine des différents dépôts, amenant à « faire coïncider les provinces et les zones sédimentaires avec les régions où les sédiments résultent des mêmes phénomènes, de façon à obtenir une classification génétique des fonds » (G. Boillot, 1964, p. 111). C'était remettre en vigueur, sous une autre forme, la prépondérance de la composition fondamentale du sédiment.

En fait, les modes de classement utilisés au cours de la dernière décennie, tiennent compte à la fois des deux systèmes et les sédiments sont définis tant par leurs caractères texturaux que par leur nature : *sédiments zoogènes caillouteux, sables siliceux, etc...* De nombreux auteurs emploient également des termes de situation et d'autres encore ont renforcé soit l'un soit l'autre des deux concepts habituels; on en est ainsi arrivé à une véritable profusion de dénominations : *sables quartzeux du large, sables coquilliers de plateaux sous-marins, sables homogènes moyens, sables coquilliers d'origine coralligène, etc...*

Les appellations retenues par les biologistes, bien que différentes, devant tout autant que les autres être retenues et la controverse (2) au sujet de la distinction entre vases et boues n'étant pas close, on comprend aisément qu'il ait paru nécessaire de préciser, avant tout, les grandes lignes de la classification adoptée ici pour les sédiments organogènes algériens.

Les différents types ou « faciès » que ces derniers présentent se distinguant les uns des autres surtout par la nature même de leurs composants, *cette classification et le système de divisions et subdivisions qu'elle comporte ont été basés plus sur la composition des sédiments que sur leur texture.*

Avant de l'exposer dans ses grandes lignes il n'est toutefois pas inutile d'ajouter que, loin d'avoir été fixée avant l'étude même des matériaux, cette classification a été mise au point seulement après leur analyse complète et de nombreux tâtonnements. Bien plus, son emploi s'est révélé indispensable après que divers essais mettant en jeu les classifications texturales habituelles se soient révélés inadéquats.

Assurément, cette tentative si pratique, comme on le verra, dans le cas précis des sédiments algériens n'est pas parfaite et ne peut sans doute être dûment généralisée. Au moment où une concertation de tous les spécialistes semble nécessaire pour fixer les bases d'une classification générale et au moment où l'utilisation des ordinateurs exige une analyse aussi quantitative que possible des diverses caractéristiques des sédiments, elle met seulement en évidence de nouvelles possibilités pour étudier harmonieusement un ensemble bien particulier de ces sédiments.

(1) On entend généralement par $d$ le diamètre des particules.
(2) Les questions de la « vase » et de la distinction « boues-vases » ont été rediscutées récemment par L. Leclaire (1968).

Source : MNHN, Paris

## LA CLASSIFICATION ADOPTÉE.

Suivant leur teneur en matériaux organogènes, tous les prélèvements de fonds que nous avons réunis L. Leclaire et moi-même ont été rangés dans l'une ou l'autre des deux grandes catégories suivantes :

A — Les sédiments organogènes (*sens large*) : où les particules biogènes de provenance aussi bien animale (zoogène) que végétale (phytogène) constituent la fraction prédominante (plus de 50 % en poids).

B — Les sédiments terrigènes (*sens large*) : où les particules d'origine non organique constituent la majeure partie du matériau (plus de 50 % de son poids).

Une fois les sédiments terrigènes laissés de côté, l'analyse quantitative de la composition des sédiments organogènes s.l. conduit à les scinder en deux grands groupes :

1 — Les sédiments organogènes (*sens strict*) : qui renferment plus de 75 % de particules biogènes.

2 — Les sédiments mixtes ou organo-terrigènes : qui renferment entre 50 % et 75 % de particules biogènes.

*Remarque :*

Toutes ces subdivisions et surtout les « limites » choisies (50 %, 75 % par exemple) apparaissent à bon droit comme arbitraires. Mais outre qu'elles sont d'une grande simplicité et d'une grande utilité pour la description rapide des accumulations biogènes, il s'est avéré, à l'usage, que tous les sédiments pouvaient se ranger avec facilité dans ce cadre assez lâche et que la composition de bien peu pouvait prêter à hésitation.

Les particules biogènes (ou organogènes) étant d'origine très diverse, le classement précédent, suffisant pour une analyse sédimentologique rapide, doit être ensuite complété par l'indication de la population ou *fraction* organique prépondérante. A l'intérieur de chacun des deux grands groupes (1 et 2), un bon nombre de subdivisions peut être ainsi effectué : *Sédiments organogènes ou organo-terrigènes* à *Algues calcaires*, à *Bryozoaires*, à *Coquillier* (1), à *Echinodermes*, etc...

Un des avantages du système est que le nombre de subdivisions reste ouvert; on peut en former autant que l'on veut suivant la nature même du sédiment.

Lorsque les particules organiques sont si usées que leur origine particulière ne peut être établie avec certitude selon leur aspect extérieur, on peut les rassembler en une fraction *bioclastique*. Lorsque cette fraction bioclastique forme au moins 90 % du sédiment, ce dernier est alors qualifié de *sédiment organogène ou organo-terrigène* à *Bioclastique* (2). Ce taux de 90 % a été choisi pour plusieurs raisons qui seront développées au chapitre 5.

Mais la taille des particules et surtout la proportion des éléments très fins ($d < 50\,\mu$) ont cependant une grande importance puisqu'elles rendent compte des principales propriétés physiques du sédiment. Des indications simples sur la texture de ces derniers doivent donc être associées aux notations précédentes.

L'analyse texturale des sédiments algériens montre qu'on peut les subdiviser en trois grands groupes :

— *les sables et graviers;*
— *les vases;*
— *les boues.*

Avec L. Leclaire (1968), on considérera que :

— *les sables et graviers* contiennent moins de 10 % de particules colloïdales et précolloïdales et sont formés d'éléments dont le diamètre moyen est supérieur à 0,100 mm;
— *les vases et les boues* comportent plus de 10 % de précolloïdes et colloïdes;

(1) Pour alléger la nomenclature des divers faciès, quelques noms de « fractions » comme « débris coquilliers », « débris bioclastiques » ont été « contractés » et on parlera du « Coquillier » et du « Bioclastique », au même titre que des « Algues calcaires » ou des « Bryozoaires ».

(2) Voir note (1), p. 17.

Source : MNHN, Paris

— ***les boues***, au contraire des vases, renferment moins de 10 % de particules sableuses ou graveleuses ($d < 0{,}100$ mm).

Des boues à dominante organogène n'ayant pu être observées sur toute l'étendue de la marge continentale algérienne, les sédiments organogènes ont donc été répartis suivant leurs propriétés texturales en :

— *sables organogènes;*
— *vases organogènes.*

La classification définitive a été établie ainsi que le propose le tableau I.

TABLEAU I

| teneur en éléments organogènes | fraction dominante / teneur en colloïdes | | ALGUES CALCAIRES | BRYOZOAIRES | COQUILLIER | FORAMINIFERES | BIOCLASTIQUE plus de 90 % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEDIMENTS ORGANOGENES plus de 75 % | *SABLES* | moins de 10 % | Sables organogènes à Algues calcaires | Sables organogènes à Bryozoaires | Sables organogènes à Coquillier | Sables organogènes à Foraminifères | Sables organogènes à Bioclastique |
| | *VASES* | plus de 10 % | Vases organogènes à Algues calcaires | Vases organogènes à Bryozoaires | Vases organogènes à Coquillier | Vases organogènes à Foraminifères | Vases organogènes à Bioclastique |
| SEDIMENTS ORGANO-TERRIGENES de 50 % à 75 % | *SABLES* | moins de 10 % | Sables mixtes à Algues calcaires | Sables mixtes à Bryozoaires | Sables mixtes à Coquillier | Sables mixtes à Foraminifères | Sables mixtes à Bioclastique |
| | *VASES* | plus de 10 % | Vases mixtes à Algues calcaires | Vases mixtes à Bryozoaires | Vases mixtes à Coquillier | Vases mixtes à Foraminifères | Vases mixtes à Bioclastique |

Pour classer les sédiments organogènes suivant ce système, il nous a donc fallu mettre en jeu :

— des analyses texturales;
— des analyses de composition;

et toutes ont dû être aussi *quantitatives* que possible.

## C — MÉTHODES D'ÉTUDE DES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES

Plusieurs méthodes distinctes doivent être mises en œuvre pour procéder, d'une part à l'analyse texturale de ces sédiments, d'autre part à l'analyse quantitative de leur composition.

Comme il est matériellement impossible d'effectuer toutes les opérations nécessaires sur la totalité de chaque prélèvement, il faut, auparavant, différencier un certain nombre *d'échantillons moyens* de volume plus ou moins réduit. Afin d'être aussi représentatifs que possible de l'échantillon global, ces échantillons moyens doivent résulter du fractionnement très rigoureux de ce dernier. Pour cela, il convient de prendre quelques précautions et de suivre l'un ou l'autre des différents protocoles qui ont été jusqu'alors proposés (1). Ces derniers comportant tous l'utilisation d'un séparateur plus ou moins compliqué, le choix de l'un d'entre eux dépend finalement de la nature du matériau. Parmi tous les séparateurs :

— séparateur OTTO (1933);
— séparateur BERTHOIS de type coaxial (1951);

(1) Voir discussion dans la thèse de A. ROSFELDER (1961).

Source : MNHN, Paris

— séparateur coaxial KELLAGHER-FLANAGAN (1956);
— séparateur conique à fente KELLAGHER-FLANAGAN-SMITH (1959);
— séparateur coaxial à godets sectoraux ROSFELDER (1961);

je me suis servi (1) :
— d'un séparateur OTTO, pour les sables et graviers, ce qui permet d'avoir rapidement un échantillon moyen correct de grand volume (100 g ou 200 g) ;
— d'un séparateur coaxial à godets sectoraux pour les vases, qui procure facilement de plus petits échantillons (100 g à 50 g).

De cette façon, deux échantillons moyens ont été séparés par prélèvement; l'un a servi à l'analyse texturale, l'autre à la détermination de la composition.

Les techniques employées pour l'obtention des caractéristiques texturales étant bien connues, leur description sera succinte; celles qu'on utilise pour fixer la composition demeurant, en revanche, peu courantes, une discussion plus ample en sera donnée.

## 1 — L'ANALYSE TEXTURALE.

Elle a été limitée, pour les sédiments étudiés, à deux opérations :
— évaluation de la teneur en argiles pour déterminer si l'échantillon est une vase ou un sable;
— analyse dimensionnelle des particules non pélitiques.

### a) Distinction sables-vases.

Ayant entrepris l'étude des argiles contenues dans les sédiments meubles algériens, L. LECLAIRE a mesuré avec précision les teneurs en colloïdes et précolloïdes de tous les échantillons apparemment *vaseux* et déterminé ainsi une liste type des vases proprement dites.

Pour des raisons pratiques (1), je me suis contenté, de mon côté, de mesurer l'importance de la *phase pélitique*, c'est-à-dire ici de la phase granulométrique réunissant toutes les particules telles que $d < 25\ \mu$. Dans la plupart des cas, les valeurs que j'ai obtenues sont à peine supérieures aux teneurs en argiles; un examen au microscope électronique à balayage montre en effet que les particules pélitiques de ces vases à organogène sont en presque totalité des plaquettes d'argiles, les micro-minéraux et les nannoorganismes dont la taille oscille entre $2\ \mu$ et $25\ \mu$ étant très faiblement représentés (2).

Dans ce travail, il sera donc seulement fait état de la phase pélitique des sables et des vases; les teneurs en colloïdes et précolloïdes ne seront pas utilisées.

### b) Analyses dimensionnelles.

Les techniques granulométriques étant devenues ces dernières années d'un emploi courant dans tous les laboratoires, il n'est pas utile de rappeler ici tous les détails de leur mise en œuvre et, en particulier, les différents systèmes de tamisage ou de traitement statistique des données. Ces deux derniers points font l'objet d'une importante littérature et on en trouvera de multiples descriptions dans les travaux de L. BERTHOIS (1958), A. CAILLEUX et J. TRICART (1959), A. ROSFELDER (1961).

Les méthodes étant cependant très nombreuses et diverses, il convient afin de faciliter d'éventuelles comparaisons, de fournir quelques précisions sur l'appareillage et le mode de calcul employés.

#### *Granulométrie des sables.*

Les granulométries ont été conduites par simple tamisage. En ce qui concerne les tamis, j'ai utilisé une série de 15 toiles dont les mailles sont en progression géométrique de raison $\sqrt{2}$ et dont les dimensions s'échelonnent entre 8 mm et 0,060 mm (J. CAULET, 1961). Le poids de l'échantillon tamisé était environ de 100 g et la durée du tamisage oscillait entre 10 minutes (matériaux comportant des débris

(1) La teneur en particules pélitiques est d'une précision suffisante pour les diverses corrélations étudiées ici et en particulier pour celles d'ordre écologique.
(2) Ce n'est pas le cas d'un bon nombre de vases et boues terrigènes où L. LECLAIRE a pu parfois retrouver de nombreux micro-minéraux ou nannoorganismes (voir dans son mémoire).



Source : MNHN, Paris

organiques fragiles comme les Bryozoaires) et 15 minutes (pour les sédiments relativement fins ou plus clastiques).

Les refus de tamis ont servi au calcul des fréquences de classes. Ces dernières ont ensuite permis l'établissement de courbes cumulatives sur des graphiques portant en abcisses logarithmiques les valeurs de l'intercept moyen des particules, et en ordonnées gaussiennes, les pourcentages cumulés de classe (L. Berthois, 1949 et A. Rosfelder, 1961). Les paramètres ont été enfin obtenus par résolution graphique à partir de ces courbes, en utilisant le système des percentiles (D. L. Inman, 1952).

Les trois percentiles retenus sont P. 16, P. 50 et P. 83. Les paramètres calculés (1) sont :

*Paramètres de position :*

Médiane M = valeur de P. 50

$$\text{Moyenne } x = \frac{P.84 + P.16}{2}$$

*Paramètres de Dispersion :*

$$\text{Ecart-type } \sigma = \frac{P.84 - P.16}{2}$$

Les paramètres de forme, c'est-à-dire l'asymétrie de Pearson et l'acuité, n'ont pas été finalement retenus, leur utilisation n'ayant pas donné de résultats spécialement intéressants.

Tous les résultats seront donnés en unités centésimales sauf les écarts-types qui seront laissés en unités Φ.

### *Granulométrie des Vases.*

— La granulométrie des vases organogènes comportant une phase pélitique très faible (de 10 à 15 %) a pu être facilement réalisée selon le procédé habituel du tamisage sous l'eau. Deux tamis supplémentaires dont le plus fin possède des mailles d'ouverture 0,025 mm ont été simplement rajoutés à la colonne précédente. Le calcul des paramètres texturaux s'est effectué de la même façon.

— Pour les rares vases organogènes renfermant une phase pélitique nettement plus élevé (20 % à 30 %), j'ai employé la méthode d'élutriation à soutirage en sédimentation accumulative préconisée par A. Rosfelder. Mais les résultats se sont avérés si variables pour un même sédiment (en raison sans doute de l'hétérogénéité des matériaux qui comportent souvent de gros débris emballés dans de l'argile) qu'il m'a paru préférable de renoncer à calculer les paramètres texturaux habituels.

Finalement, la texture de ces vases a été simplement définie par le rapport des quatre principales phases granulométriques suivantes :

— *phase granulométrique grossière :* comprenant les particules dont la taille est supérieure à 0,500 mm;
— *phase granulométrique moyenne :* comprenant les particules dont la taille est comprise entre 0,500 mm et 0,100 mm;
— *phase granulométrique fine :* réunissant les particules dont la taille est comprise entre 0,100 mm et 0,025 mm;
— *phase pélitique :* rassemblant les particules telles que $d < 0{,}025$ mm.

L'expérience a montré qu'en définitive, l'utilisation de ce rapport donnait une bonne idée de la texture des vases et même des sables à organogène et nous l'emploierons fréquemment dans les descriptions à venir.

## 2 — L'ANALYSE DE LA COMPOSITION.

Pour bien reconnaître les diverses sortes de sédiments organogènes et organo-terrigènes, il m'a fallu déterminer leur composition avec une grande précision et choisir à cet effet une méthode d'analyse aussi *quantitative* que possible. Mais si l'analyse texturale des sédiments a, jusqu'à présent, fait l'objet de multiples travaux et suscité une abondante littérature, bien peu de méthodes, en revanche, ont été préconisées pour définir avec quelque vérité la composition des sédiments organogènes et on peut même dire que ce problème a généralement été laissé de côté.

Aussi, pour analyser avec un maximum d'exactitude la composition des sables organogènes, ai-je été tout naturellement amené à passer en revue les quelques techniques déjà utilisées, à les tester et surtout à en comparer les résultats.

(1) Voir pour plus de détails la thèse de A. Rosfelder (1961).

Source : MNHN, Paris

Toutes ces opérations m'ont finalement conduit à l'élaboration d'une méthode adéquate d'analyse quantitative. Il me paraît intéressant de faire le point à ce sujet car :

— d'une part, il existe à ce jour peu d'indications précises en la matière;
— d'autre part, il ressort clairement de mon travail que l'évaluation la plus fine de l'importance relative affectée par chaque composant d'un sédiment organogène permet, en définitive, de mieux connaître les facteurs du milieu au sein duquel s'est constitué ce sédiment, ce qui, dans le cas de dépôts anciens, n'est pas sans intérêt pour d'éventuelles reconstitutions paléoécologiques ou paléogéographiques.

En général, pour déterminer la composition d'un sédiment, il convient d'identifier tout d'abord ses divers composants ou éléments, de regrouper ensuite les éléments de même nature en « fractions » homogènes, d'évaluer enfin avec un maximum de précision l'importance relative de ces fractions. Dans le cas des sédiments organogènes, les deux premiers termes de cette démarche ne présentent aucune difficulté; mais il n'en va pas de même pour le troisième (évaluer l'importance relative des fractions) et les solutions qui peuvent être adoptées sont multiples.

a) **Identification des composants.**

On reconnaît généralement la nature des diverses particules organogènes d'un sédiment grâce à toute une série d'observations allant d'un simple examen à l'œil nu jusqu'à une investigation patiente au microscope ou à la loupe binoculaire. En ce qui concerne les éléments les plus fins (de 100 μ à 5 μ) on peut utiliser très efficacement le microscope électronique à balayage qui est d'un emploi relativement simple.

L'identification des particules terrigènes, siliceuses en grande partie, est habituellement facilitée par l'élimination à l'acide de la phase calcaire généralement organogène, mais il ne faut utiliser cette méthode qu'après un examen global du sédiment brut car il arrive parfois que la phase terrigène soit elle-même constituée de débris calcaires. C'est, en particulier, le cas des nombreux graviers ou galets de calcschistes que j'ai triés dans les maerls littoraux du golfe d'Arzew (voir chapitre II, § C).

b) **Choix des fractions.**

Dans les sédiments organogènes, la masse des particules d'origine biogène est faite d'une très grande variété de restes d'origine animale et végétale dont la provenance est souvent délicate à déterminer. Mais la liste des débris dont on peut reconnaître la provenance est très large. Ainsi, dans tous les échantillons que j'ai pu examiner, les squelettes et les tests d'à peu près tous les invertébrés et protistes marins vivant dans la région se mêlent aux thalles des Algues calcaires et aux frustules des Diatomées. La simple énumération des différentes fractions observées dans les divers prélèvements ne peut donc servir à les différencier.

Par contre, ces mêmes fractions composées de particules d'origine identique ont des importances variables selon les échantillons et il apparaît, en définitive, que la composition d'un type de sédiment organogène peut être convenablement exprimée par le simple rapport des volumes qu'y occupent les nombreuses fractions qui le constituent. En réalité le volume de quelques fractions, pas toujours les mêmes d'ailleurs, se révèle très négligeable et finalement, la composition est suffisamment bien définie par l'importance relative de chacune des *fractions principales.*

La qualité et le nombre de ces fractions dépendent, en général, du matériel étudié. Ainsi, l'analyse des sédiments organogènes algériens conduit à y distinguer les fractions principales suivantes :

— *Débris Bioclastiques*
— *Algues calcaires*
— *Bryozoaires*
— *Coquillier* (1)
— *Terrigène grossier*
— *Foraminifères*
— *Echinodermes*
— *Hexacoralliaires*
— *Phase pélitique*
— *Ostracodes*
— *Spicules d'Eponge*
— *Annélides*

(1) L'importance de chaque groupe de Mollusques (Lamellibranches, Gastéropodes, Ptéropodes, Scaphopodes), de même que celle des Brachiopodes, a été évaluée séparément de façon à estimer la part prise par chacun dans l'édification du matériau.

Source : MNHN, Paris

Les débris de Balanes, ceux des autres Crustacés, les dents et les vertèbres de Poissons, les frustules de Diatomées, et les coques de Radiolaires ont été rangés parmi les débris bioclastiques en raison de leur très grande rareté.

Une distinction bien tranchée entre débris benthiques et débris planctoniques n'a pas été retenue car les apports planctoniques sont toujours très faibles dans la plupart de nos sédiments.

### c) Évaluation de l'importance des fractions.

Les méthodes employées jusqu'à présent pour évaluer l'importance des fractions sont très variées. Avant de comparer les résultats qu'elles donnent, il est utile de les passer successivement en revue.

#### *Évaluations par estimation.*

Un bon nombre de méthodes permettent d'évaluer l'importance des diverses fractions d'un sédiment par l'estimation à l'œil nu ou à la binoculaire des proportions présentées par les différents éléments, généralement dans les refus de tamisage. Toutes font appel à un bon entraînement, mais leurs résultats comme nous l'avons expérimenté, dépendent surtout des caractéristiques propres aux observateurs, bien que ces derniers puissent s'aider de *chartes* analogues par exemple à celles qu'on utilise en écologie pour l'évaluation rapide des densités de population.

ESTIMATIONS SIMPLES.

On en trouve un bon exemple dans les travaux de L. BERTHOIS sur les sédiments organogènes des récifs coralliens de l'Ile Mayotte (1965).

Les estimations sont effectuées sur les refus de 6 tamis (3 mm, 2,8 mm, 1,48 mm, 1,09 mm, 0,75 mm, 0,51 mm). Suivant le nombre de particules qu'elles renferment et le volume apparent qu'elles occupent, les diverses fractions voient leur importance traduite par un chiffre simple, choisi dans une échelle à 5 niveaux (*de très rare à très abondant*). Lorsqu'en raison de leur très petit nombre, certains éléments ne peuvent constituer de population évaluable, le signe + indique néanmoins leur présence.

L'avantage principal de cette méthode réside essentiellement dans sa rapidité et l'expérience montre qu'elle est suffisante pour délimiter sommairement de grandes différences de composition sur une aire étendue. Mais, reflétant uniquement la composition de chacune des phases granulométriques du sédiment, elle ne peut rendre compte de l'importance globale des fractions pour la totalité de l'échantillon et surtout, sa précision reste trop faible quand il s'agit de comparer des formations dont la composition est assez voisine.

ESTIMATIONS CORRIGÉES.

Pour pallier à quelques inconvénients de la méthode précédente et notamment au fait que l'importance relative de chaque refus n'intervenant pas, il n'est pas possible de calculer le pourcentage de chaque fraction par rapport à la totalité du matériau, F. SHEPARD et D. G. MOORE (1954) ont eu l'idée de corriger les valeurs estimées au niveau de chaque refus de tamis par le poids de ce dernier.

Ils font ainsi porter leurs évaluations sur les refus de 5 tamis échelonnés comme suit : 0 Φ, + 1 Φ, + 2 Φ, + 3 Φ, + 4 Φ (1). Dans chaque classe granulométrique obtenue, un microéchantillon est prélevé au moyen d'un *microsplitter*, puis étalé uniformément sur une grille. Pour plus de précaution, l'importance de chaque constituant est ensuite estimée par deux observateurs différents et l'opération renouvelée jusqu'à ce que les proportions estimées correspondent. Ces dernières sont alors traduites en pourcentages, puis ces pourcentages sont rapportés à la fréquence relative de la classe granulométrique correspondante. En totalisant, fraction par fraction, les résultats fournis par chaque classe granulométrique, on obtient finalement l'importance globale de chaque *coarse-fraction*.

L'ensemble des valeurs ainsi calculées est porté sur un diagramme polaire simple qui tient compte aussi des teneurs en silts et en argiles et donne enfin une représentation complète de la composition du sédiment.

Cette méthode se révèle plus exacte et plus pratique dans la mesure où chaque fraction voit son importance calculée en fonction de toute la masse du sédiment. Par exemple, les Foraminifères forment, dans les sables coquilliers du précontinent algérien la majeure partie, soit 70 % à 80 % des particules dont la taille est comprise entre + 3 Φ et + 4 Φ, mais ils ne participent à l'édification du sédiment que pour une bien plus faible proportion, car toute la classe granulométrique comprise entre + 3 Φ et + 4 Φ ne représente pas 3 % de la masse totale du matérian.

Plus représentative de la composition, cette méthode conserve néanmoins toutes les imprécisions inhérentes aux évaluations par estime et ses auteurs l'ont depuis modifiée.

(1) Nous rappelons que 0 Φ correspond à 1 000 μ, + 1 Φ à 500 μ, + 2 Φ à 250 μ, + 3 Φ à 125 μ et + 4 Φ à 62,5 μ.

Source : MNHN, Paris

*Évaluations par mensuration.*

Pour évaluer de façon plus précise l'importance de chaque fraction, on peut mettre en jeu des analyses quantitatives utilisant soit des poids, soit des nombres, soit des volumes.

D'une manière générale, les mensurations d'ordre volumétrique ont été laissées de côté en raison des difficultés techniques entraînées par leur mise en application. Pour mon compte, je les ai tout de suite écartées car les différences de porosité présentées par les particules organogènes ou détritiques sont très élevées et perturbent sensiblement les résultats. De plus, les volumes des fractions de petite taille sont très difficiles à mesurer.

Les systèmes de comptage sont plus largement employés, surtout parce qu'ils ne nécessitent pas de prétriages et aussi parce que leur usage est devenu courant en micropaléontologie.

L'évaluation pondérale des fractions a été plus rarement mise en pratique à cause justement des longueurs du prétriage et aussi de la nature des sédiments où les fractions minérales et organogènes peuvent avoir des densités très différentes.

Analyse numérique simple.

Le système de comptage retenu par G. Boillot (1964) dans son étude des sables et graviers de la Manche occidentale en fournit un bon exemple. Sa technique, adoptée avec quelques ajustements, a servi à de nombreux auteurs dont P. Hommeril (1967) et R. Mathieu (1966).

Les comptages peuvent porter soit sur l'échantillon au complet, soit sur quelques-unes de ses classes granulométriques. Ils peuvent englober les particules de toutes origines ou se restreindre aux seuls débris organogènes. Leur étendue, la nature des classes granulométriques examinées et celle des fractions isolées varient avec chaque auteur et parfois même avec le but poursuivi.

Ainsi, G. Boillot, en analysant la fraction zoogène des sédiments prélevés au large de Roscoff, précise-t-il (1964, p. 113) : « les comptages étaient considérés comme terminés, lorsque, dans un échantillon, 50 grains d'une catégorie autre que les débris de Mollusques, avaient été identifiés », ou bien (p. 113) : « lorsque furent établis le rôle fondamental et la signification des Bryozoaires, eux seuls furent comptés dans un volume de 2,5 $cm^3$ du sédiment privé de ses grandes et graviers siliceux ou de ses coquilles et fragments coquilliers grossiers ».

Aucune représentation d'ensemble de la composition du sédiment ne peut alors être établie et il devient quasiment impossible de rechercher des points de comparaison avec les résultats obtenus par d'autres chercheurs dans d'autres secteurs.

R. Mathieu propose, toujours à partir de simples comptages et d'après les indications de M. Gennesseaux, une solution beaucoup plus complète avec représentation polaire de toutes les fractions. Ses diagrammes sont divisés en 3 secteurs (benthiques, pélagiques, terrigènes) et à l'intérieur de ces secteurs, les fractions sont réparties suivant leur importance. Bien que plus pratique et plus représentative, cette méthode a cependant tendance à accorder aux particules fines et notamment aux Foraminifères, une importance qui paraît surestimée et qui résulte sans doute de l'absence de corrections de classe.

Analyse numérique corrigée.

Cette méthode est identique dans ses grandes lignes à celle que F. Shepard et D. G. Moore préconisaient dès 1954. La seule modification, apportée d'ailleurs par les auteurs, réside dans le remplacement des estimations par des comptages. Ces derniers portent sur un total de 100 ou 200 grains par refus de tamis et sont menés à bien par l'entremise d'un *point-counter*. De bons résultats ont été obtenus lors de l'analyse des sédiments calcaires du golfe du Mexique (1956).

Analyse pondérale.

Généralement utilisée par les biologistes, cette méthode a été également employée par quelques paléontologistes et notamment J. Imbrie. Dans son étude de la composition des argiles à fossiles du Permien du Kansas (1955), l'auteur indique qu'il a adopté ce système car : « in the Florena fauna, whole specimens of echinoids, crinoids, bryozoans, and many others fossil types are almost unknown. For any of these groups and for the colonial bryozoans in particular, expressions of abondance in terms of the number of individuals are impossible (p. 653) ».

La mise en œuvre des analyses pondérales est nécessairement précédée d'un prétriage complet de l'échantillon qui permet de séparer les diverses fractions reconnues. Celles-ci sont ensuite pesées et leur importance relative est calculée par rapport au poids total de l'échantillon.

Cette méthode est séduisante par sa simplicité et aussi parce qu'elle tient compte de la différence entre les rôles joués par les grains grossiers d'une part et fins d'autre part dans l'édification du matériau. L'importance d'une *praline* de Mélobésiée n'est, en effet, pas comparable à celle d'un Foraminifère bien

Source : MNHN, Paris

que tous deux soient des unités d'ordre équivalent en analyse par comptage. Cette analyse pondérale résoud, de plus, comme l'a souligné J. IMBRIE, tous les problèmes posés par l'émiettement de certains composants fragiles ou coloniaux, émiettement préexistant ou introduit par les manipulations qui augmentent artificiellement l'importance de ces éléments. Elle a, enfin, beaucoup d'analogie avec les analyses granulométriques qui sont basées, elles aussi, sur des pesées.

Ses inconvénients principaux résident dans les difficultés et les longueurs des triages obligatoirement effectués à la loupe binoculaire (et encore ces triages font-ils gagner bien du temps pour l'examen ultérieur des fannes) de même que dans les perturbations introduites par la diversité des densités présentées par les particules d'un sédiment mixte (calcaire et siliceux, par exemple). Il faut cependant noter que ce dernier inconvénient devient lui-même mineur quand il s'agit de sédiments presque entièrement calcaires comme c'est ici le cas.

*En définitive,* les trois méthodes que nous avons succintement envisagées, comprennent toutes des avantages et des inconvénients. L'analyse pondérale et l'analyse numérique corrigée semblent, a priori, donner une image relativement plus fidèle de la composition du sédiment. Encore faut-il, pour fixer notre choix, établir une comparaison aussi nette que possible des résultats obtenus selon les trois systèmes proposés.

### d) Comparaison des méthodes d'analyse quantitative.

Les opérations ont porté sur 4 échantillons de sables organogènes reconnus comme bien représentatifs de la majeure partie des sédiments : B. 4, B. 272, B. 314 et B. 368 (tous de la province constantinoise) (1).

La composition de chacun d'entre eux a été simultanément calculée selon les trois sortes d'analyses retenues et afin que les résultats soient entièrement comparables, ce sont les mêmes échantillons moyens qui ont servi de base aux comptages, aux granulométries et aux pesées.

Les 4 échantillons moyens, d'un poids variable, ont été tout d'abord tamisés sur une colonne de 12 toiles métalliques dont les ouvertures s'échelonnent comme suit : 3,750 mm — 2,770 mm — 1,910 mm — 1,480 mm — 0,990 mm — 0,750 mm — 0,510 mm — 0,360 mm — 0,237 mm — 0,167 mm — 0,124 mm — 0,088 mm — 0,059 mm.

La phase granulométrique fine ($d < 50\,\mu$) a été pesée et mise de côté. Tous les refus de tamis ont été également pesés et les fréquences relatives de classe calculées. Puis, dans chaque refus de tamis, on a déterminé, compté et trié 300 particules que l'on a réparties ensuite selon les fractions principales précédemment définies. L'importance de chaque fraction (en fréquence numérique) a été rapportée à la fréquence relative de classe, puis toutes les importances intra-classe de chaque fraction ont été cumulées et la composition du sédiment obtenue selon la technique proposée par F. SHEPARD.

Les déterminations, comptages et triages ont ensuite été élargis à la totalité des refus de tamis. Toutes les fractions ont été pesées et les pourcentages d'ordre numérique et pondéral de chaque fraction par rapport à la totalité de l'échantillon moyen ont été extraits.

Les poids et nombres calculés sont donnés dans le tableau II. Tous les résultats ont été portés sous forme de diagrammes simples sur la figure 3.

On peut ainsi remarquer que, dans la plupart des cas, les compositions établies d'après l'analyse pondérale et l'analyse numérique corrigée sont très semblables, les fractions principales présentant des valeurs très voisines. Au contraire, l'analyse numérique simple fournit un aspect toujours dissemblable de la même composition dans la mesure où la nature de la fraction prédominante est complétement différente.

L'examen des diagrammes montre que cette divergence provient du fait que la proportion de chacune des fractions organogènes formées de particules de tailles moyennes (Bryozoaires, Gastéropodes) demeure relativement constante quelque soit la méthode utilisée tandis que chaque population de particules grossières (ici les Algues calcaires) est systématiquement sous-évaluée au profit des fractions de particules fines (débris bioclastiques surtout) qui comprennent évidemment un plus grand nombre d'éléments.

(1) Dans cette étude, la lettre O. précédant un chiffre indique que le prélèvement est originaire de l'Oranie, A. de l'Algérois et B. du Constantinois (originellement de Bône).

Source : MNHN, Paris

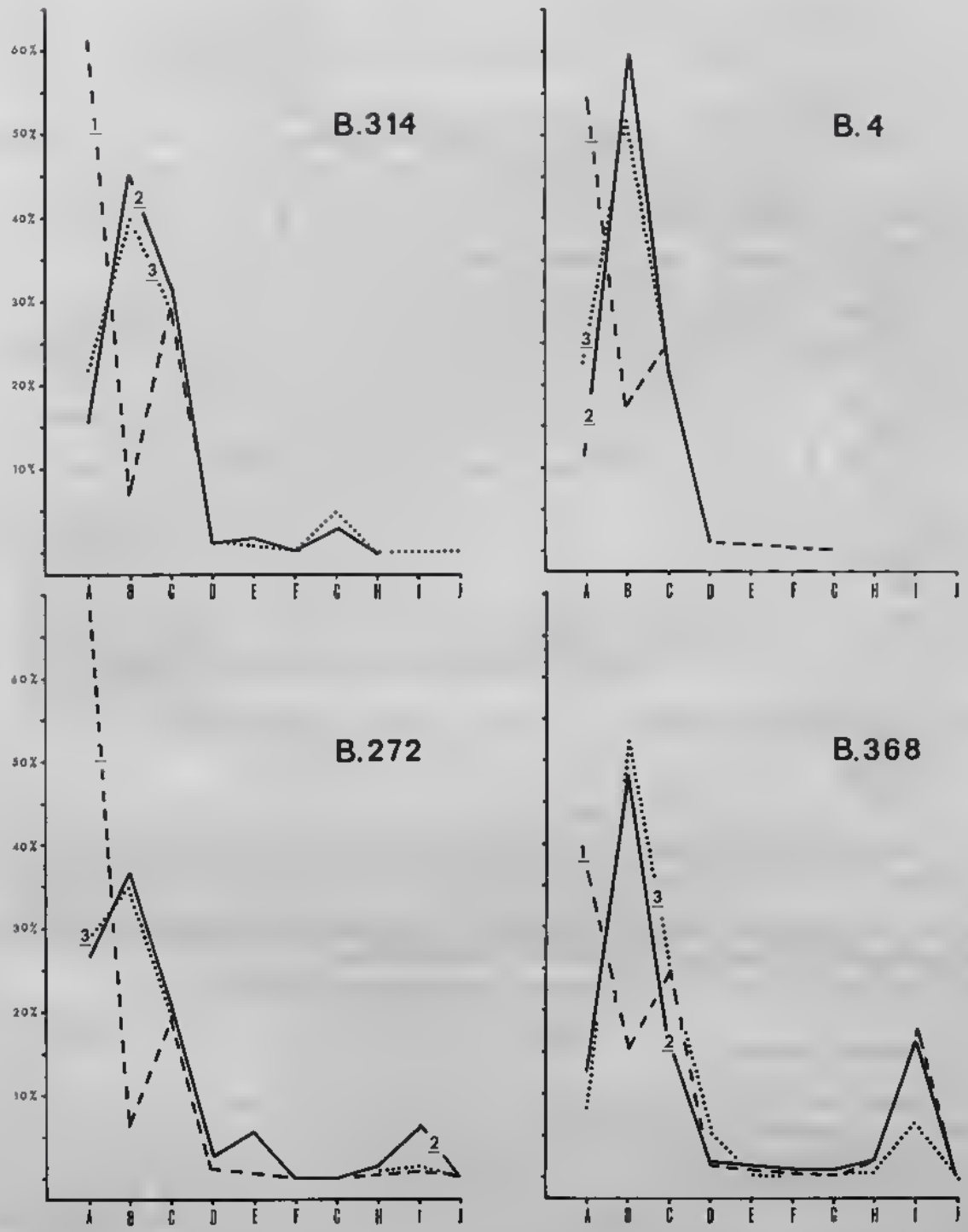



Fig. 3. — Comparaison des compositions de 4 échantillons obtenues par comptage simple (1), pesée (2) et comptage corrigé (3). A = Débris bioclastiques; B = Algues calcaires; C = Bryozoaires; D = Gastéropodes; E = Lamellibranches; F = Brachiopodes; G = Coelentérés; H = Echinodermes; I = Terrigène grossier; J = Foraminifères. En ordonnées : fréquence relative des fractions.

Source : MNHN, Paris

TABLEAU II

*Analyses comparées de la composition de 4 types de sédiments organogènes.*

A. Débris bioclastiques
B. Algues calcaires
C. Bryozoaires
D. Gastéropodes
E. Lamellibranches
F. Brachiopodes
G. Hexacoralliaires
H. Echinodermes
I. Terrigène grossier
J. Foraminifères

| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B. 314 | Pesée | 15 % | 45 % | 32 % | 1 % | 2 % | | 3 % | + | + | |
| | Comptage simple | 61 % | 5 % | 30 % | 1 % | 1 % | | + | 1 % | + | |
| | Comptage corrigé | 20 % | 40 % | 33 % | 1 % | 1 % | | 5 % | + | + | |
| B. 368 | Pesée | 14 % | 48 % | 16 % | 2 % | 1 % | + | 1 % | + | 16 % | + |
| | Comptage simple | 37 % | 16 % | 23 % | 2 % | 1 % | 1 % | + | + | 18 % | + |
| | Comptage corrigé | 17 % | 51 % | 16 % | 4 % | 1 % | + | 1 % | + | 18 % | + |
| B. 272 | Pesée | 27 % | 37 % | 21 % | 2 % | 5 % | | | + | 6 % | + |
| | Comptage simple | 72 % | 6 % | 19 % | 1 % | 1 % | | | + | + | + |
| | Comptage corrigé | 32 % | 36 % | 21 % | 1 % | 5 % | | | + | 3 % | + |
| B. 4 | Pesée | 14 % | 60 % | 22 % | 1 % | + | + | + | | | |
| | Comptage simple | 55 % | 19 % | 23 % | 1 % | + | + | + | | | |
| | Comptage corrigé | 22 % | 52 % | 22 % | 1 % | + | + | + | | | |

*Les résultats fournis par l'analyse numérique simple dépendent ainsi non seulement de la composition fondamentale du sédiment mais encore de son état physique, de sa texture. Elle doit donc être écartée.*

Parmi les deux méthodes restant en compétition, il paraît indifférent à première vue de faire un choix, puisque les résultats sont à peu de choses près identiques.

Des raisons d'ordre pratique nous ont poussé à adopter le protocole suivant.

### c) La méthode retenue.

Les comptages corrigés (F. SHEPARD) s'avèrent très commodes et donnent de bons résultats pour les sédiments où la majeure partie des particules a une taille comprise entre 0,500 mm et 0,100 mm. Mais lorsque la phase granulométrique grossière joue un rôle plus important, on s'aperçoit vite que pour avoir 300 particules dans chaque refus de tamis, il faut partir d'un échantillon moyen de poids très élevé (500 ou 600 g) dont le tamisage devient d'autant plus long et plus aléatoire. D'un autre côté, si on se contente de compter seulement 100 ou 50 particules, les résultats deviennent largement déséquilibrés. Pour pallier ces inconvénients, il est possible d'opérer à partir de 4 ou 5 refus de tamis, mais il est nécessaire alors de se résoudre à plusieurs tamisages et, de toute façon, il faut encore faire des triages si l'on désire étudier les espèces présentes.

L'analyse pondérale, au contraire, est très commode à employer en ce qui concerne les sédiments grossiers. Elle peut, en effet, s'effectuer sans tamisage préalable et les fractions isolées sont toutes prêtes pour l'étude bionomique. Mais dès que la taille des grains diminue, la durée des opérations

Source : MNHN, Paris

augmente très vite et le triage de l'ensemble des phases granulométriques comprises entre 0,500 mm et 0,100 mm demande parfois de longues heures. Par exemple, le triage de chacun des quatre échantillons étudiés à titre de comparaison m'a demandé de 10 h à 15 h d'efforts ! On conçoit facilement que cette technique soit quasiment impraticable dès qu'il s'agit de traiter 300 ou 400 échantillons ! De plus, les minéraux fins ont une densité très différente de celle des débris calcaires, ce qui introduit de nouvelles sources d'erreurs.

En définitive, les deux méthodes apparaissent comme heureusement complémentaires l'une de l'autre et l'expérience nous a conduit à les utiliser concurremment.

Après quelques essais, j'ai donc utilisé le protocole suivant :

— tous les échantillons ont été tamisés sur une colonne à 4 tamis (0,500 mm, 0,250 mm, 0,100 mm, 0,050 mm);
— le refus du tamis 0,500 a été pesé puis entièrement trié à la main en fractions de nature homogène. Ces dernières ont été pesées et leur importance relative rapportée à celle de tout le refus;
— les particules recueillies dans chacun des 3 autres tamis ont servi de base à un comptage corrigé. Pour chaque fraction, 3 résultats au plus ont donc été obtenus puis cumulés;
— la poudre fine échappée de la colonne a été pesée puis examinée à la loupe binoculaire et dans quelques cas au microscope électronique à balayage; aucune évaluation des diverses sortes de particules observées n'a été tentée. Cette phase fine est pélitique est d'ailleurs assez peu importante dans presque tous les cas;
— pour chaque échantillon une fiche de résultats a été enfin dressée donnant les compositions de la phase grossière et de la phase moyenne sous forme séparée.

*Remarques :*

Le diamètre 0,500 mm a été retenu comme « limite » car les sédiments organogènes algériens renferment souvent moins de 10 % de particules de taille inférieure et aussi parce que quelques analyses effectuées sur les échantillons organogènes du Détroit Sicilo-tunisien (J. Caulet, 1961) ont montré (voir figure 4) que de part et d'autre de cette limite, la nature, le nombre et la densité des fractions étaient très différentes. Au-dessous de cette dimension, on ne peut plus en effet distinguer les débris de thalles calcifiés et, de même, la plupart des fragments de Mollusques. L'abondance des Bryozoaires devient d'autre part négligeable et en revanche, les Foraminifères, les Ostracodes et les spicules d'Eponge apparaissent en grand nombre.

Pour déterminer le poids d'échantillon moyen à trier, j'ai également effectué plusieurs essais; le résultat le plus convenable est donné par un poids minimum de 25 g.

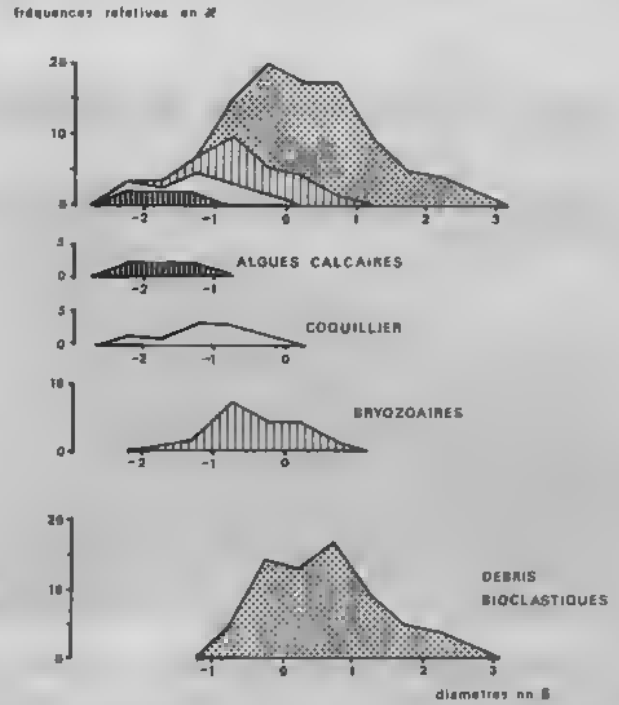



Fig. 4. — Composition d'un sédiment organogène du détroit sicilo-tunisien (d'après J. Caulet, 1961).

Source : MNHN, Paris

### 3 — ANALYSE DE LA COMPOSITION DES FRACTIONS.

Les caractéristiques texturales et la composition permettent de définir suffisamment les faciès organogènes mais pour reconnaître l'origine de leurs éléments et par conséquent leur mode de formation, il faut encore procéder à la détermination des particules de chaque fraction.

Comme un inventaire simple des divers débris n'est pas satisfaisant dans la mesure où l'on veut distinguer des mélanges de populations et reconnaître par exemple des particules anciennes ou déplacées, j'ai donc méthodiquement compté, trié et déterminé 300 éléments dans chacune des 4 fractions principales (*Algues calcaires*, *Bryozoaires*, *Lamellibranches* et *Gastéropodes*) de chaque prélèvement.

Les éléments reconnaissables ont été classés par espèces; les débris appartenant indiscutablement à la fraction, mais non identifiables systématiquement par suite de fragmentation, remaniement, encroûtement biologique ou épigénisation, ont été rangés en une catégorie qualifiée de *Indéterminables*, dont l'importance peut donner, entre autres, une idée de la nouveauté ou de l'ancienneté de l'édification de la fraction.

Les fractions peu importantes (*Hexacoralliaires*, *Echinodermes*, *Brachiopodes*, *Ptéropodes*, *Scaphopodes*) n'ont pu évidemment faire l'objet d'un tel triage et seules les espèces les plus fréquentes ont été déterminées. Les *Annélides*, les *Crustacés* n'ont pas été inventoriés vu leur rôle négligeable et les *Foraminifères* ont été laissés de côté pour les raisons que nous avons déjà exposées.

Tout ce travail de détermination a été extrêmement long puisque le nombre d'espèces répertoriées s'élève à près de 300 et qu'en ce qui concerne seulement les 4 fractions principales 340 000 particules ont dû être triées et déterminées. L'ampleur des déterminations empêchait d'autre part de les confier à des spécialistes et j'ai dû pour les mener à bien constituer des collections personnelles qui ont été vérifiées et corrigées par M^me^ Freinex pour les Bivalves, MM. L. Redier et Brebion pour les Bryozoaires et les Gastéropodes. De leur côté, MM. G. Cherbonnier et H. Zibrowius ont déterminé les Echinodermes et les Hexacoralliaires. Je reste redevable à tous de m'avoir si grandement aidé dans mes efforts et surtout d'avoir si pleinement enrichi mes connaissances.

Ne se voulant ni descriptif ni systématique, ce travail ne peut en aucun cas être considéré comme un inventaire complet de la faune algérienne et je n'ai pas spécialement recherché à retrouver ou à décrire de nouvelles espèces.

## D — MODE DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

D'une façon générale, on présente les caractéristiques texturales, la composition et les peuplements de chacun des échantillons étudiés.

Pour la texture, on figure soit les courbes cumulatives soit les histogrammes de fréquence de chaque prélèvement et on réunit les paramètres texturaux sur des tableaux; pour la composition du sédiment, on adopte fréquemment des diagrammes de type polaire ou des tableaux de résultats chiffrés; pour la composition des peuplements, on dresse des listes d'espèces avec les fréquences relatives correspondant à chacune d'elles.

Mais en dehors du fait que cette méthode est quasiment impraticable lorsque le nombre d'échantillons étudiés est très élevé comme c'est ici le cas, il apparaît d'après toutes les expériences qui ont été présentées que les diagrammes polaires et les courbes cumulatives n'ont de sens que lorsqu'on les compare entre eux et qu'on les confronte avec d'autres données, telles que la profondeur de l'échantillon, la nature du fond, l'éloignement de la côte... Dans ce dernier cas, on peut voir alors comment évoluent la texture et la composition des sédiments par rapport à plusieurs facteurs et la représentation des résultats conduit naturellement à des observations intéressantes pour préciser le mode de formation du sédiment.

Une disposition est à cet égard particulièrement parlante : la présentation des résultats sous forme de *radiales*. Ce modèle dont F. P. Shepard et J. J. Blanc ont montré tout l'intérêt, offre, outre sa simplicité de mise en œuvre, l'avantage de pouvoir regrouper au-dessus d'une figuration de la topo-

Source : MNHN, Paris

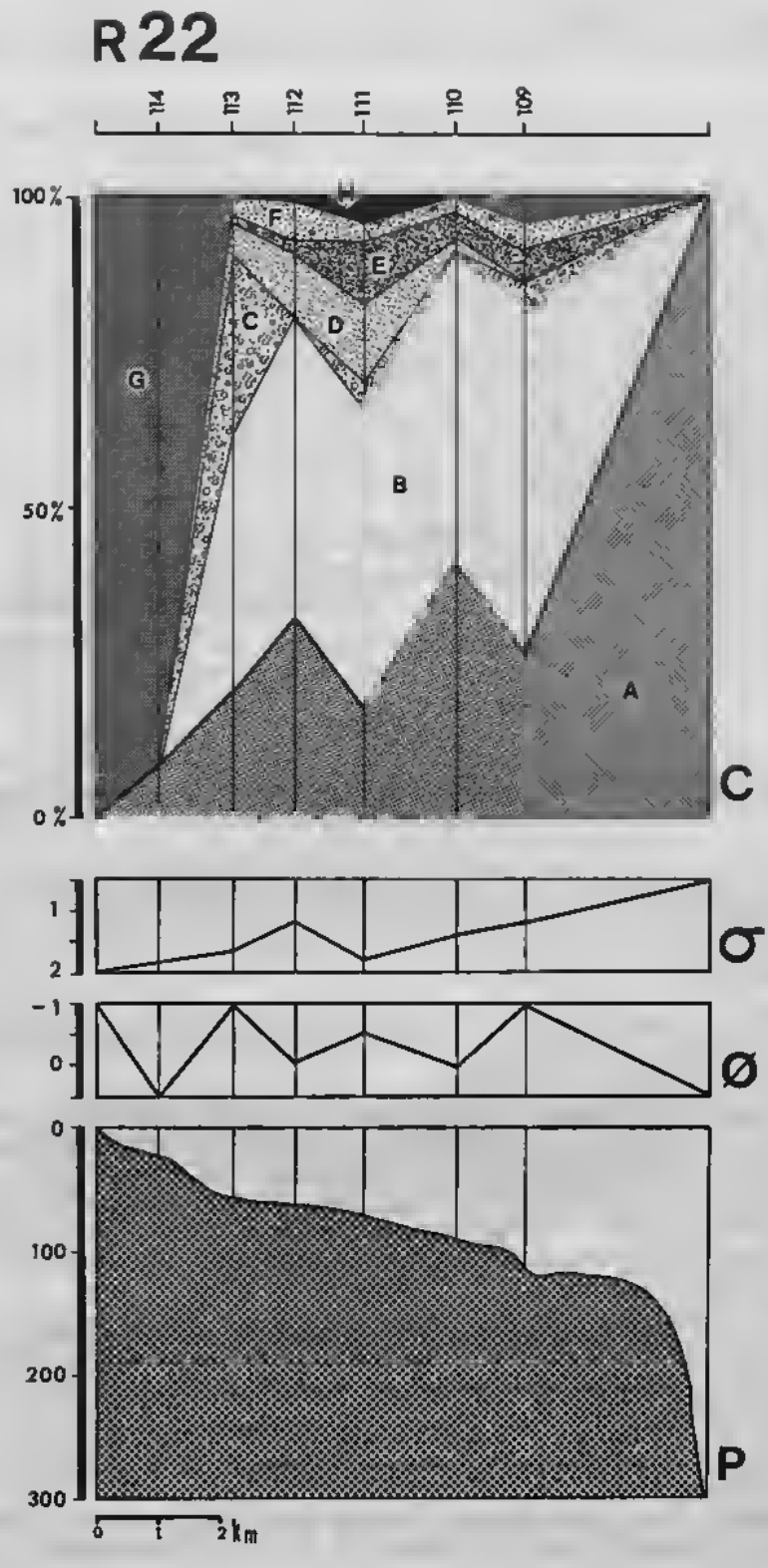



Fig. 5. — Exemple de radiale R. 22 au large de la pointe Canastel, Oranie.

Source : MNHN, Paris

graphie sous-marine des fonds prospectés, toutes les caractéristiques (*textures, composition, espèces dominantes...*) des sédiments qu'on y a prélevés. Son utilisation permet de voir d'un seul coup d'œil les variations de faciès sur l'aire explorée et complète harmonieusement les descriptions correspondantes.

Après divers essais, j'ai donc choisi de rassembler tous les résultats obtenus suivant les méthodes précédentes sur des *radiales* qui comportent (voir fig. 5) de bas en haut (1) :

— la topographie des fonds (P), c'est-à-dire une coupe morphologique des fonds compris entre le niveau zéro et — 200 m;
— les variations du diamètre moyen de chaque échantillon en unités Φ;
— les variations de l'écart-type correspondantes en unités Φ;
— les variations de la composition de la phase granulométrique grossière avec :
- la proportion des particules moyennes, fines et pélitiques (a);
- la proportion de débris bioclastiques (b);
- la proportion d'Algues calcaires (c);
- la proportion de Bryozoaires (d);
- la proportion de Bivalves (e);
- la proportion de Gastéropodes (f);
- la proportion de Terrigène grossier (g);
- la proportion d'Hexacoralliaires ou Brachiopodes (h).

Les courbes cumulatives et les tableaux de composition ne seront présentés que dans quelques cas particuliers ou lorsque les échantillons concernés seront isolés au sein de la sédimentation terrigène.

D'une façon plus générale tous les résultats d'ensemble ont permis de dresser 4 esquisses au 1/150 000 de la répartition des faciès et plusieurs cartes de la distribution des fractions (dans le texte).

## E — RAPPEL DE QUELQUES NOTIONS FONDAMENTALES D'ÉCOLOGIE BENTHIQUE

Pour faciliter la compréhension de quelques termes « écologiques » qui seront fréquemment employés dans ce mémoire et dont les paléoécologistes usent de plus en plus, il paraît nécessaire de rappeler ou de préciser succinctement quelques notions fondamentales utilisées dans les recherches de bionomie marine.

Pour plus de détails le lecteur voudra bien consulter l'excellent *Manuel de bionomie benthique* de J. Peres et J. Picard (1963) et les *Bases de la Paléoécologie* de R. F. Hecker (1960) auxquels toutes les définitions qui suivent ont été empruntées.

Rappelons donc que les *biocénoses* : (Möbius, 1877) « groupement d'êtres vivants correspondant par la composition, par le nombre des espèces et des individus à certaines conditions moyennes du milieu, groupement d'êtres qui sont liés par une dépendance réciproque et se maintiennent en se reproduisant dans un certain endroit de façon permanente », sont inséparables de leurs *biotopes* : « aires géographiques de surfaces ou volumes variables, soumises à des conditions dont les dominantes sont homogènes », eux-mêmes distribués du niveau 0 aux grands fonds selon un ou plusieurs *étages* qui sont en Méditerranée :

— *Etage Supra-littoral :* zone où se localisent les organismes supportant ou exigeant une émersion continue;
— *Etage Médiolittaral :* zone comprise entre le niveau le plus élevé des immersions et le niveau inférieur des émersions normales;
— *Etage Infralittoral :* zone comprise entre le niveau inférieur des émersions normales et le niveau limite compatible avec la vie des Zostéracées et des Algues photophiles (— 30 à — 40 m), c'est-à-dire généralement la bordure littorale;
— *Etage Circalittoral :* zone comprise entre le niveau limite des Algues photophiles et le niveau des Algues les plus *sciophiles* (c'est-à-dire adaptées à de faibles éclairements) : domaine du plateau littoral;

(1) Les figurés portés sur toutes les radiales suivantes seront inchangés, de même que l'ordre de présentation des différentes fractions.

Source : MNHN, Paris

— *Etage Bathyal :* zone des peuplements caractérisant le talus continental et ses surfaces de piedmont;
— *Etage Abyssal :* zone des peuplements installés sur les grandes plaines du Centre du bassin méditerranéen.

Les espèces (animales comme végétales) que l'on rencontre dans les biocénoses peuvent être classées en :

— *caractéristiques exclusives :* elles sont, quelque soit leur abondance ou leur dominance, localisées aux stations d'un biotope déterminé;
— *caractéristiques préférentielles :* elles sont plus nettement abondantes dans un biotope que dans un autre;
— *indicatrices :* leur présence est liée à un facteur précis (surtout de type édaphique, cf. plus loin).

***Les indicatrices d'instabilité,*** dont nous parlerons souvent, sont présentes dans les zones où règne, entre autres, un déséquilibre sédimentaire.

*Les indifférentes ou ubiquistes* ont une très large répartition à travers les étages ou les biotopes.

*Les accidentelles* sont présentes en petit nombre dans un biotope alors qu'elles sont caractéristiques exclusives d'un autre.

On dit de certaines espèces qu'elles sont *eurybathes* quand elles vivent à toutes les profondeurs ou tout au moins sur une large colonne d'eau, et on qualifie celles qui se développent dans des limites bathymétriques restreintes de *sténobathes.*

Suivant leurs préférences ou leurs exigences pour certains substrats, d'autres sont :

— *vasicoles :* présentes dans les vases;
— *minuticoles :* présentes dans les substrats vaseux ou de sable fin;
— *sabulicoles :* présentes dans les substrats de sables fins;
— *gravellicoles :* présentes dans les sables grossiers et fins graviers;
— *mixticoles :* présentes lorsque le substrat comporte des vases (c'est-à-dire pour nous des pélites), des sables fins, grossiers et des graviers.

Rappelons également que les peuplements marins sont conditionnés par des *facteurs biotiques* qui sont « inhérents aux peuplements eux-mêmes » et des *facteurs abiotiques* « inhérents aux conditions externes des peuplements ». Parmi ces derniers, on distingue :

— des *facteurs climatiques,* de caractère général, comme l'éclairement, l'humectation, la température, la situation en latitude...
— des *facteurs édaphiques,* de caractère local, comme l'agitation, la pollution, les apports fins, la nature du substrat, les variations hydrologiques...

Enfin, signalons que le terme de *thanatocénose* qui désignait primitivement (E. Wasmund, 1926) « les accumulations d'organismes morts » a vu sa signification réduite d'abord aux dépôts strictement fossiles (on parle en Méditerranée de thanatocénoses siciliennes, tyrrhéniennes...) puis aux associations d'organismes qui ont péri en même temps pour des raisons communes. Diverses interprétations ont conduit à créer toute une série de termes nouveaux, tels que *nécrocénose* qui distinguerait les accumulations contemporaines des fossiles, mais aussi à rendre finalement le terme de thanatocénose fort imprécis.

C'est pourquoi, suivant le conseil de R. F. Hecker, nous laisserons de côté cette expression en attendant qu'un accord se soit réalisé sur son emploi et nous parlerons plutôt « d'accumulations de débris organogènes ».

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

*CHAPITRE II*

# LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA RÉGION ORANAISE

## I. — DESCRIPTION DES SÉDIMENTS

Sous la dénomination de RÉGION ORANAISE, on réunit toutes les plates-formes qui s'étendent devant la province oranaise de la frontière du Maroc au large du Dahra et dessinent les fonds des trois grands golfes de Nemours, d'Oran et d'Arzew.

L'ensemble de cette région a été exploré au cours de deux missions (1960-1963) pendant lesquelles 42 profils ont été parcourus et 386 dragages réalisés.

D'une façon générale, les sédiments organogènes (142 échantillons) ne sont pas répartis de la même façon dans ces trois golfes; ils recouvrent ainsi les trois quarts des fonds devant Oran, un peu moins de la moitié devant Arzew et sont très rares à Nemours.

La variété de leurs faciès et l'étendue de leurs gisements font que les deux golfes d'Oran et d'Arzew constituent un domaine de prédilection pour aborder cette description des sédiments organogènes algériens.

### A — LE GOLFE D'ORAN

Sous la dénomination de « Golfe d'Oran », nous avons réuni l'ensemble des plates-formes continentales, des vallées sous-marines et des corniches qui prolongent de 0 à — 500 m le Sahel d'Oran des géographes (R. TINTHOUIN, 1958). Les plates-formes continentales, au nombre de trois, sont, d'Ouest en Est, le Plateau des Habibas, la Baie des Andalouses et la Baie d'Oran. Bien que nettement séparées par des vallées sous-marines ou par des rétrécissement de toute la marge (comme devant le cap Falcon, par exemple), ces plates-formes présentent une grande homogénéité d'ordre géomorphologique comme d'ordre sédimentologique. C'est, en effet, à partir du méridien des Iles Habibas que coïncident l'individualisation du plateau continental algérien et l'extension de la couverture organogène meuble. Jusqu'au cap de l'Aiguille (limite orientale du golfe) les sédiments organogènes recouvrent ainsi la majeure partie des trois plates-formes.

#### 1 — MORPHOLOGIE DES FONDS ET COUVERTURE SÉDIMENTAIRE.

Peu distinctes au large de Nemours, les diverses unités topographiques du précontinent oranais s. s. sont bien définies dès les Iles Habibas (1). D'une façon générale, le rebord du plateau continental remonte ainsi vers —130 m ou —150 m tandis que les pentes du glacis s'accroissent notablement (16°

(1) Consulter pour plus de détails l'analyse morphologique de L. LECLAIRE (1968).

Source : MNHN, Paris

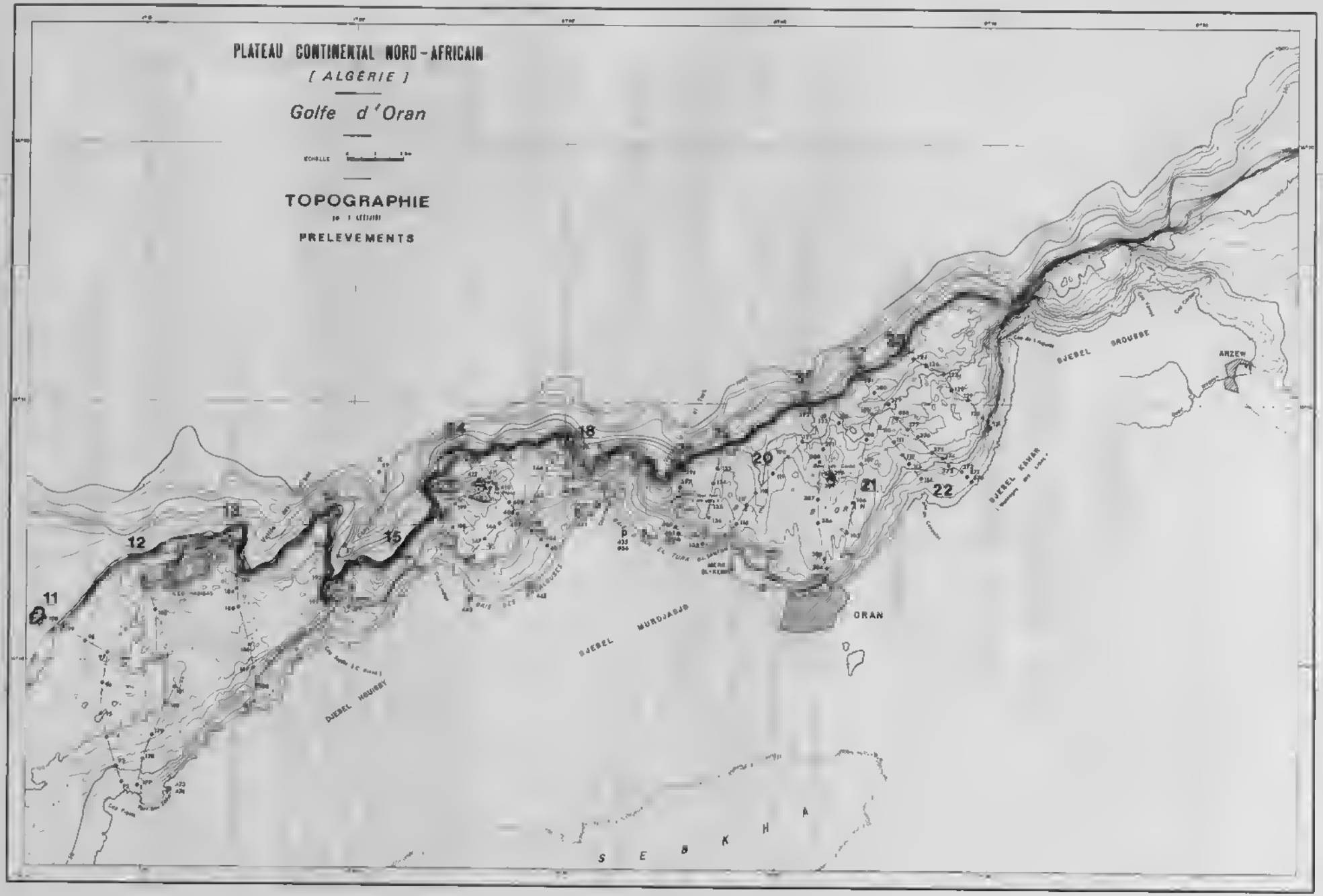



FIG. 6. — Carte de localisation des prélèvements en Oranie.

Source : MNHN, Paris

environ). Les bordures littorales (de 0 à —60 m) affectent une inclinaison moyenne de 3° et précèdent des plates-formes continentales planes (0°20) ou déprimées, généralement surmontées d'îles ou de bauts-fonds (voir fig. 6).

Entre le cap Figalo et le cap Blanc, les bauts-fonds et la dépression pré-littorale du plateau des Habibas sont tapissés de sables et de vases organogènes figurés sur les cartes marines comme *cailloutis* ou *sables*. La bordure littorale, couverte de sables terrigènes, longe une côte uniformément abrupte et rocheuse dont des terrains éruptifs ou métamorphisés d'âge néogène constituent l'ossature principale (1). Devant le cap Blanc s'ouvre la première grande échancrure (canyon des Moules) qui ravine tout le plateau continental et limite brusquement vers l'Est la plate-forme des Habibas. Sur ses flancs vallonnés, nous avons pu racler quelques vases à organogène mais beaucoup plus bas (entre —1 000 et —2 000 m) le « *Jean Charcot* » (Géomède I) n'a carotté que des vases très argileuses ou des fragments de roche volcanique dont on ne sait s'ils font partie du substratum ou ont été charriés jusque là.

Du cap Blanc au cap Lindlès, le précontinent se réduit à une corniche relativement étroite et nos dragages y sont malheureusement trop espacés pour que la présence ou l'absence de formations meubles organogènes aient pu être reconnues. D'après les cartes du Service Hydrographique Français, ces dernières seraient rassemblées tout autour de l'îlot des Moules. Devant le cap Lindlès, nous n'avons recueilli que des sédiments terrigènes grossiers.

En baie des Andalouses, le précontinent oranais reprend sa structure habituelle : bordure littorale bien marquée — plate-forme aplanie, bordée de pentes très raides — bauts-fonds (Ile Plane) dans l'aliguement des Iles Habibas et du Banc des Câbliers. Seule modification, la côte devient plus plate et les falaises du cap Lindlès font place à des plages et des terrasses de grès dunaires ou de lumachelles d'âge quaternaire, érodées par la mer. Les sables et vases calcaires organogènes recouvrent à peu près tout le plateau continental, à part quelques zones peu profondes de la bordure littorale et quelques fonds envasés de la dépression centrale. Le glacis continental est tapissé de vases argileuses.

A l'aplomb du cap Falcon, la marge oranaise se réduit encore à nn mince trottoir essentiellement rocheux avant de s'élargir à nouveau dans la baie d'Oran, et y retrouver les mêmes caractères structuraux que précédemment. Les sédiments organogènes sableux ou vaseux, y occupent une vaste superficie, moins grande cependant que ne le laisse supposer l'esquisse sédimentologique de A. Rosfelder (1955) qui ne siguale presque pas de vases. Ces dernières, très argileuses et plus rarement siliceuses, s'étendent sur le glacis continental et forment de longues *indentations* sur le plateau devant le Dj. Santon, Mers-el-Kébir et Oran. La côte, hasse et dunaire après le promontoire du cap Falcon, se rehausse progressivement en falaises constituées (à Oran notamment) de marnes miocènes « non indurées et partiellement croûlantes » (Y. Gourinard, 1958), ce qui n'est pas sans influer, comme nous le verrons, sur la nature des sédiments infralittoraux.

Au cap de l'Aiguille, à l'Est d'Oran, les isobathes —50 et —200 se rapprochent de la côte et le plateau continental disparait complètement.

Au cours des campagnes « *Louis Boutan* » 1960 et 1963 et « *Jean Charcot* » 1966, 129 prélèvements de fonds ont été réalisés dans le Golfe d'Oran; 81 se sont révélés être de nature organogène à l'analyse.

## 2 — DESCRIPTION DES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES.

En raison du nombre élevé d'échantillons ramenés, une description d'ensemble sera donnée pour chaque type de sédiment avec des indications sur la texture, la composition et la répartition. Les variations importantes par rapport aux faciès types seront également notées avec si possible une interprétation détaillée.

Pour mieux suivre cette description, on pourra utilement consulter l'esquisse au 1/150 000 de la répartition des divers sédiments organogènes (voir plan 1) et une série de radiales (dans le texte) remplaçant avantageusement les tableaux chiffrés des analyses texturales et de composition qui restent à la disposition du lecteur.

(1) Voir le très clair schéma géologique du littoral oranais dressé par Y. Gourinard (1958).

Source : MNHN, Paris

a) Les sédiments organogènes à coquillier.

Les sédiments organogènes à coquillier sont très répandus sur le précontinent d'Oran dont ils couvrent la majeure partie. Absents des bordures littorales, ils caractérisent surtout les étendues planes ou déprimées, sans relief, des plates-formes proprement dites. Ils fournissent ainsi un très large échantillonnage de sables et de vases, soit au total 27 prélèvements (1).

Les cartes marines les représentent plus par les notations de *sable* que par celles de *coquillier* et dans ce dernier cas, elles précisent parfois s'il s'agit de *coquillier vif* ou *mort*. Mais nous avons pu vérifier qu'en réalité aucune distinction bien nette ne peut être établie entre *coquillier vif* et *coquillier mort* car la drague rapporte dans chacune de ces stations un assortiment de formes vivantes et de tests abandonnés. A ce propos, on trouvera une liste complète des animaux recueillis en Oranie, au cours de la campagne 1960, dans l'inventaire de R. Vayssiere et G. Fredj (1963).

*Du point de vue textural.* — Les sédiments calcaires à coquillier sont surtout des *sables moyens* ou *fins* dont les diamètres moyens oscillent entre 0,500 et 1 mm. Leurs écarts-types sont très variés et l'hétérogénéité générale, plus faible que dans les autres sédiments organogènes, ne peut être mise en rapport avec la dimension du grain moyen. Les médianes suivent les variations de la moyenne et dans l'ensemble la texture paraît relativement uniforme (voir radiales n° O.12 et O.21 - fig. 7 et 8).

Les phases granulométriques grossières ($d > 500$ µ) comptent parmi les moins importantes que nous ayons examinées; elles ne constituent jamais les trois quarts du matériau et souvent pas même la moitié. Les deux autres phases sont, par contre, beaucoup plus fortes, la plus fine (pélitique) demeurant néanmoins la plus réduite.

*Composition.* — Les coquilles forment naturellement la principale des accumulations de particules organiques reconnaissables. Elles n'arrivent cependant pas à édifier à elles seules plus du quart du sédiment, la plus grande part de ce dernier (au moins la moitié) étant constituée de débris bioclastiques. Les sédiments de ce type ne peuvent donc être simplement qualifiés de *coquillier* et il faut plutôt parler de *sables* ou de *vases à coquillier*. C'est sans doute pour cette raison que les minutes du Service Hydrographique les signalent tout simplement comme *sables*, ce qui est impropre car une origine terrigène est alors sous-entendue.

Dans les fractions coquillières, les valves des Lamellibranches sont toujours plus abondantes que les coquilles des Gastéropodes. Les proportions obtenues pour les premières s'échelonnent ainsi entre 5 % et 12 % tandis que les secondes ne constituent jamais plus de 5 % du matériau. Les restes de Scaphopodes, Ptéropodes et Brachiopodes sont toujours très peu nombreux.

Les colonies des Bryozoaires se retrouvent dans tous les sables à coquillier, mais en faible quantité (moins de 5 % en moyenne). Les thalles calcifiés (Mélobésiées) sont encore moins répandus et je n'ai pu en observer que dans 9 échantillons sur 27. Enfin, les plaques et piquants d'Echinodermes sont très clairsemés et les débris d'Hexacoralliaires peu fréquents.

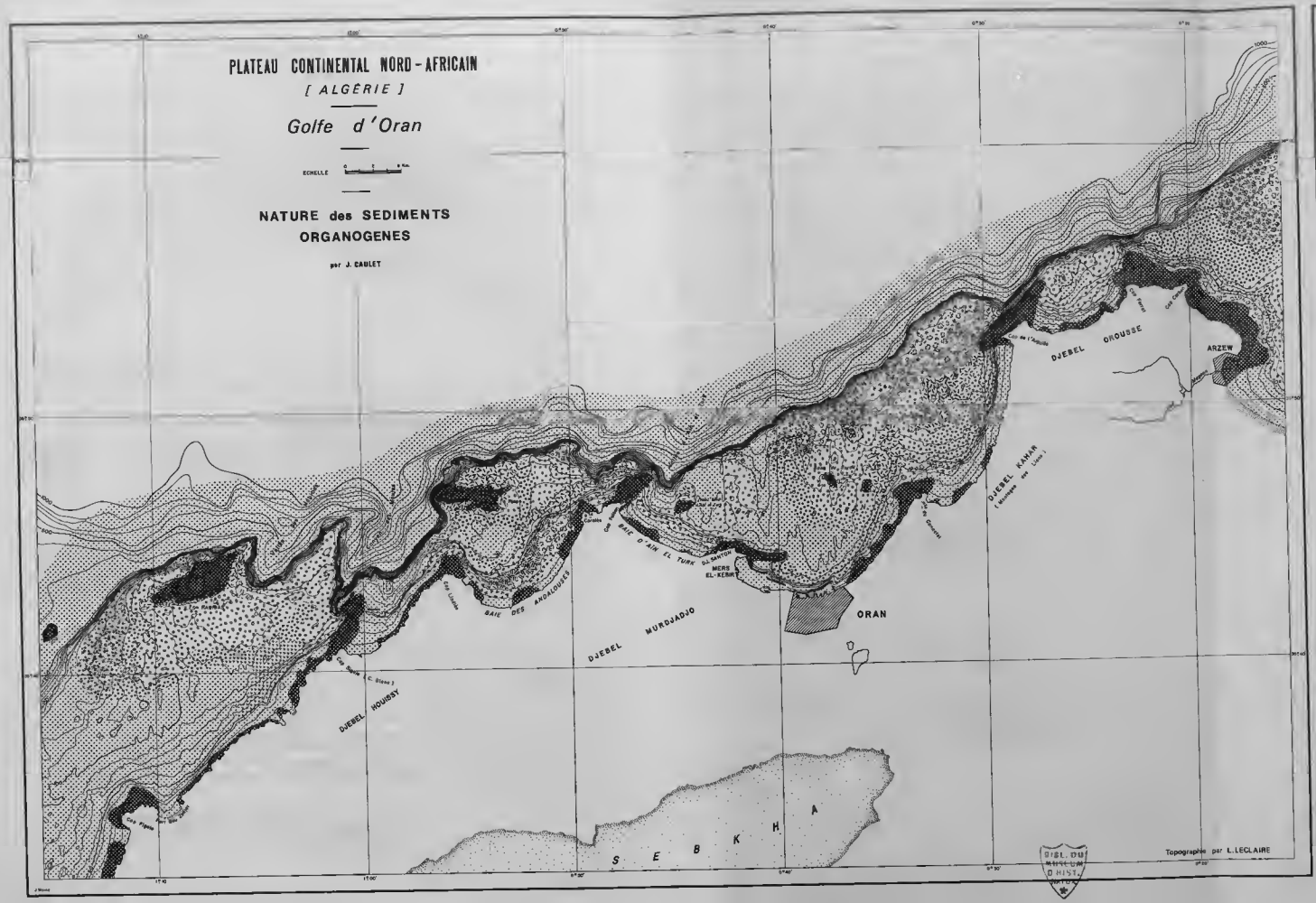
La phase granulométrique moyenne ($500\,\mu > d > 100\,\mu$) comprend essentiellement des Foraminifères et des débris bioclastiques. Les formes juvéniles de certains Bivalves et quelques minuscules Gastéropodes comme les *Odostomia* y représentent un coquillier fin dont l'importance est négligeable (moins de 2 %).

Quelques Foraminifères sont plus ou moins épigénisés par de la glauconie et leurs moules viennent grossir les effectifs de la phase insoluble. Celle-ci comporte également des matériaux terrigènes détritiques (quartz surtout) dont la répartition granulométrique et l'importance globale varient largement. Cette dernière atteint jusqu'à 20 % du poids total du sédiment, c'est-à-dire qu'elle est parfois plus élevée que celle du coquillier. Elle reste cependant toujours inférieure à la proportion de 25 %.

A la fraction terrigène grossière est toujours associée une fraction pélitique (argileuse surtout) dont le poids est aussi très varié. Lorsqu'il dépasse les 10 % du poids total, l'échantillon prend la consistance d'une vase. Les vases organogènes à coquillier sont peu nombreuses (O.96, O.118, O.129, O.140, O.375) et à part leur teneur plus élevée en pélites, tous leurs caractères sont analogues à ceux des sables.

(1) *Plateau des Habibas :* O. 96, 102, 103, 185, 191, 194. *Baie des Andalouses :* O. 140, 143, 144, 198, 407, 409. *Baie d'Oran :* O. 106, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 120, 129, 375, 376, 377, 381, 383, 387, 388, 399.

Source : MNHN, Paris




## LEGENDE

### NATURE des SEDIMENTS ORGANOGENES

- Sables organogènes à algues calcaires
- Vases organogènes à algues calcaires
- Sables organogènes à bryozoaires
- Vases organogènes à bryozoaires
- Sables organogènes à coquillier
- Vases organogènes à coquillier
- Sables organogènes à foraminifères
- Vases organogènes à foraminifères
- Sables organogènes à bioclastique
- Vases organogènes à bioclastique

### NATURE des SEDIMENTS ORGANO-TERRIGENES

- Sables organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à bryozoaires
- Sables organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à coquillier
- Vases organo-terrigènes à foraminifères

### DIVERS

- Sédiments terrigènes
- Affleurements du substratum rocheux
- Isobathes

Source : MNHN, Paris

*Répartition.* — Lorsqu'on examine en détail la répartition des sédiments à coquillier on voit tout de suite que loin de se grouper en gisements bien circonscrits comme les autres formations organogènes du plateau continental, ils assurent au contraire la couverture *habituelle* des fonds plats ou déprimés qui ne sont pas complètement envahis par des vases ou boues terrigènes (voir plan 1).

Dans la région des Iles Habibas, les sables coquilliers tapissent ainsi toutes les surfaces planes ou mollement ondulées qui séparent les îles et le rebord continental de la côte. Peu argileux au voisinage des hauts-fonds, ils le deviennent de plus en plus vers les zones déprimées péri-littorales et passent finalement à des vases comme O. 96 (voir radiale n° 12) (fig. 7).

Toute l'étendue non accidentée de la plate-forme des Andalouses est pareillement recouverte par ces sables à coquillier et il en va de même au large d'Oran. La texture et la composition de la phase organogène restent relativement homogènes mais la teneur en matériaux détritiques grossiers augmente toujours près des côtes (O. 106, radiale n° 21), et la teneur en pélites s'accroît progressivement à proximité des vasières centrales (O. 117, O. 129, O. 387, O. 407, radiales n$^{os}$ 20, 23, 36, 34) ou du rebord externe (O. 118, O. 143, radiales n$^{os}$ 20, 17).

On retrouve ainsi toutes les vases organogènes à coquillier au voisinage des fonds typiquement vaseux. Comme tous les termes de passage existent de plus entre les sables et les vases à coquillier, il apparaît finalement que *les sédiments organogènes à coquillier assurent dans presque tous les cas la transition entre les divers sédiments organogènes regroupés sur les reliefs du plateau continental et les vases ou boues terrigènes déposées dans les bas-fonds*, et sont donc une caractéristique essentielle de la sédimentation organogène actuelle dans cette région. Cela est d'ailleurs tout à fait naturel si l'on se souvient que les substrats mous, plus ou moins argileux, sont particulièrement favorables au développement d'un grand nombre de Bivalves et de Gastéropodes, mieux adaptés aux faciès mixticoles ou vaseux et moins exigeants écologiquement que les Mélobésiées ou les Bryozoaires.

b) Les sédiments organogènes à Algues calcaires.

Sans être aussi nombreux dans notre stock que les sables et vases à coquillier, les sédiments organogènes à Algues calcaires n'en constituent pas moins un élément important de la couverture sédimentaire calcaire oranaise. Ils se répartissent en effet tant sur les fonds superficiels des bordures littorales, au milieu des roches et des sables terrigènes, que sur les diverses zones du plateau continental.

Si un simple examen à l'œil nu suffit pour identifier les formations superficielles, plus connues sous le nom de *maerl* ou de *gravelle*, seule l'analyse quantitative de tous les échantillons ramenés a permis de reconnaître les sédiments à Algues calcaires de la plate-forme puis de différencier ceux qui s'accumulent sur les parties supérieures des hauts-fonds.

Malgré des caractères communs dont le plus évident reste la prépondérance des thalles incrustés et de leurs débris au sein du sédiment, chacune de ces catégories possède une texture, une composition et une distribution bien particulière.

*Les « maerls » ou « gravelles ».*

Ce sont avec les sables bioclastiques les seuls sédiments organogènes de la bordure littorale oranaise.

Ils sont composés par l'accumulation des thalles branchus ou noduleux de deux Lithothamniées : *Lithothamnium calcareum* (Pallas) Areschoug et *Lithothamnium corallioides* Crouan (voir planche 1). Etudiés en Atlantique, en Manche et en Méditerranée par de nombreux auteurs tant biologistes (Mmes P. Lemoine, J. Cabioch, H. Huve) que sédimentologistes (G. Boillot, P. Hommeril), ils ont été également reconnus et signalés sur les côtes oranaises par Mme P. Lemoine (1915) et devant Castiglione (Algérois) par R. Dieuzeide qui les a décrits sous le nom de gravelle (1).

Sans revenir sur la nature des formes rencontrées (2) ni sur les divers aspects que ces maerls peuvent présenter (3), nous examinerons plus particulièrement leur texture et leur composition en Oranie.

(1) Voir à ce propos l'article de J. Peres (1951).
(2) Consulter les nombreuses listes publiées par M$^{me}$ P. Lemoine.
(3) Se rapporter à l'analyse comparative de R. Jacquotte (1962).

Source : MNHN, Paris

*Texture.* — Les maerls oranais sont des sables très grossiers souvent graveleux d'un diamètre moyen supérieur à 1 mm, pouvant atteindre 3 mm. Leur hétérogénéité est généralement élevée et les médianes sont toujours plus fortes que les moyennes (voir radiales n° 19 et 34, fig. 9 et 10).

La majeure partie des particules sédimentaires est rassemblée dans la phase granulométrique grossière dont la masse ne constitue jamais moins des trois quarts de l'échantillon global; la pbase pélitique n'est généralement pas évaluable.

*Composition.* — Les Lithothamniées, vivantes ou mortes, entières ou en débris, représentent à elles seules la presque totalité des éléments organiques déterminables et arrivent même à édifier de 50 % à 90 % du matériau ! Les colonies de Bryozoaires sont pratiquement absentes dans la plupart des échantillons et il en va de même pour les coquilles de Bivalves. Celles des Gastéropodes sont en revanche plus courantes, de sorte que leurs accumulations oscillent entre 2 et 4 %. Les Echinodermes sont essentiellement représentés par des piquants d'Echinides mais leur poids reste uniformément très faible (moins de 1 %). Aucun débris d'Hexacoralliaire n'a pu enfin être remarqué (voir planche 11).

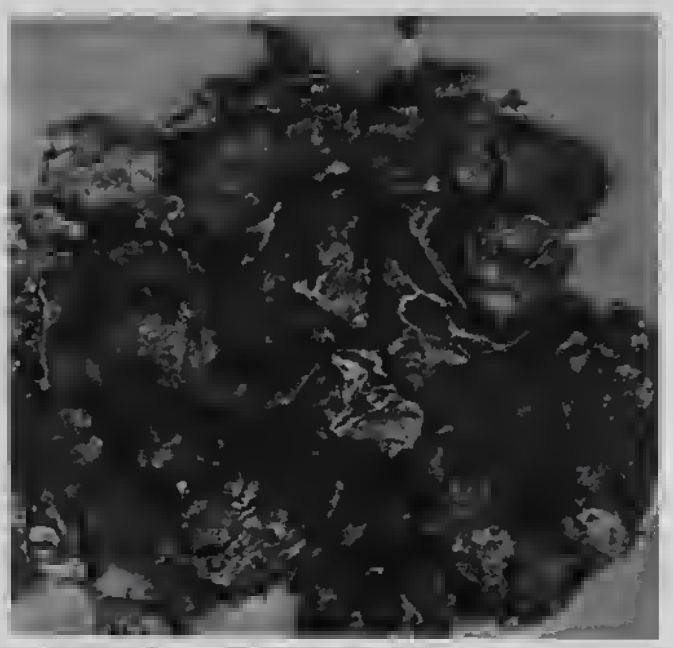
Presque tous les maerls oranais comportent une fraction terrigène à la fois grossière et fine dont l'importance est délicate à estimer car les graviers sont quelquefois complètement encroûtés par les thalles sur des épaisseurs variables. Les proportions que j'ai pu obtenir sont néanmoins assez élevées : jusqu'à 20 % dans la phase granulométrique grossière, jusqu'à 10 % dans les autres, l'ensemble des éléments détritiques ne dépassant pas 20 % de l'échantillon global. Les plus fines des particules terrigènes, généralement des quartz, arrivent parfois à former avec les débris bioclastiques la majeure partie des phases granulométriques moyenne et fine, les Foraminifères, Ostracodes et Spicules divers étant toujours très rares. D'une façon générale, les particules argileuses se contentent de dessiner un *film* léger à la surface du sédiment.

*Répartition.* — Les maerls s'étendent de —15 m à —40 m toujours à proximité des berbiers à Posidonies. En Oranie, le gisement le plus typique reste celui des Andalouses. Devant cette plage, les arbuscules de Lithothamniées s'accumulent dans les chenaux et à la périphérie des berbiers installés sur des substrats solides à faible profondeur. Localement, ces substrats sont constitués par des dalles de grès ou de lumachelles tyrrhéniennes que Y. Gourinard (1958) a décrites à la côte et qui s'enfoncent progressivement sous le niveau marin actuel. Ces dalles que nous avons souvent observées sur le pourtour de la côte oranaise, sont plus ou moins démantelées sous l'effet d'une intense érosion biologique et mécanique (houles). Sur les blocs disloqués se sédimente un manteau de débris meubles, organogènes comme terrigènes, dont l'épaisseur est conditionnée par le développement même des rhizomes de Posidonies et dont le mode d'accumulation a été décrit par R. Molinier et J. Picard (1952). Entre les blocs, des chenaux plus ou moins larges, plus ou moins profonds, s'allongent vers le large pour déboucher sur un glacis doucement incliné conduisant à la rupture de pente qui marque la bordure littorale. Ces chenaux et glacis, soumis au balayage assez vif des courants de houle (surtout d'undertow, L. Leclaire 1963) forment un biotope de prédilection ponr le développement des champs de maerl. Les thalles vivants, de couleur rose à rouge vineux, sont en effet extrêmement nombreux en tous points de la surface prospectée.

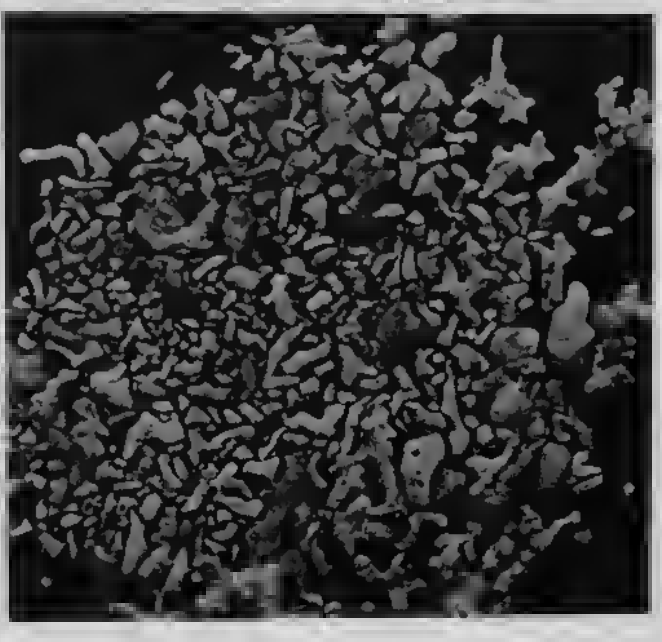
A l'Est de la Baie des Andalouses, j'ai pu retrouver plusieurs fonds de maerls devant les berbiers qui festonnent la côte du cap Falcon au cap de l'Aiguille. Les gisements de Bouisseville au pied dn Djebel Santon et de la Pointe Canastel au N.E d'Oran (voir plan 1) sont identiques à tous égards à celui des Andalouses.

Mais celui de Kristel présente des caractéristiques très particulières. L'analyse texturale des échantillons O. 372, O. 373 et O. 374 (radiale O. 37) montre, en effet, que ces maerls, qui s'étendent par — 35 m à — 55 m au-delà des sables terrigènes côtiers, comprennent tous de 10 à 12 % d'argiles et appartiennent donc à la catégorie des *vases organogènes*. D'une façon générale, leurs diamètres moyens sont beaucoup plus fins que ceux des autres maerls (de 0,550 à 1,700 mm) et leurs écarts-types naturellement plus élevés ($\sigma > 2$). La composition de la fraction organogène reste cependant analogue à celle des autres maerls quoique le nombre de thalles vivants, déjà très faible vers — 35 m, ne cesse de décroître jusqu'à leur disparition complète à partir de — 45 m. En même temps, les thalles entiers laissent la place à des amoncellements de fragments portant les marques d'une longue usure. Inversement, le poids des débris bioclastiques s'accroît avec la profondenr et les effectifs de la phase granulométrique moyenne augmentent notablement. Finalement en O. 374, vers — 55 m, les

Source : MNHN, Paris



*Algues calcaires crustacées.*



*Maeris.*



Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

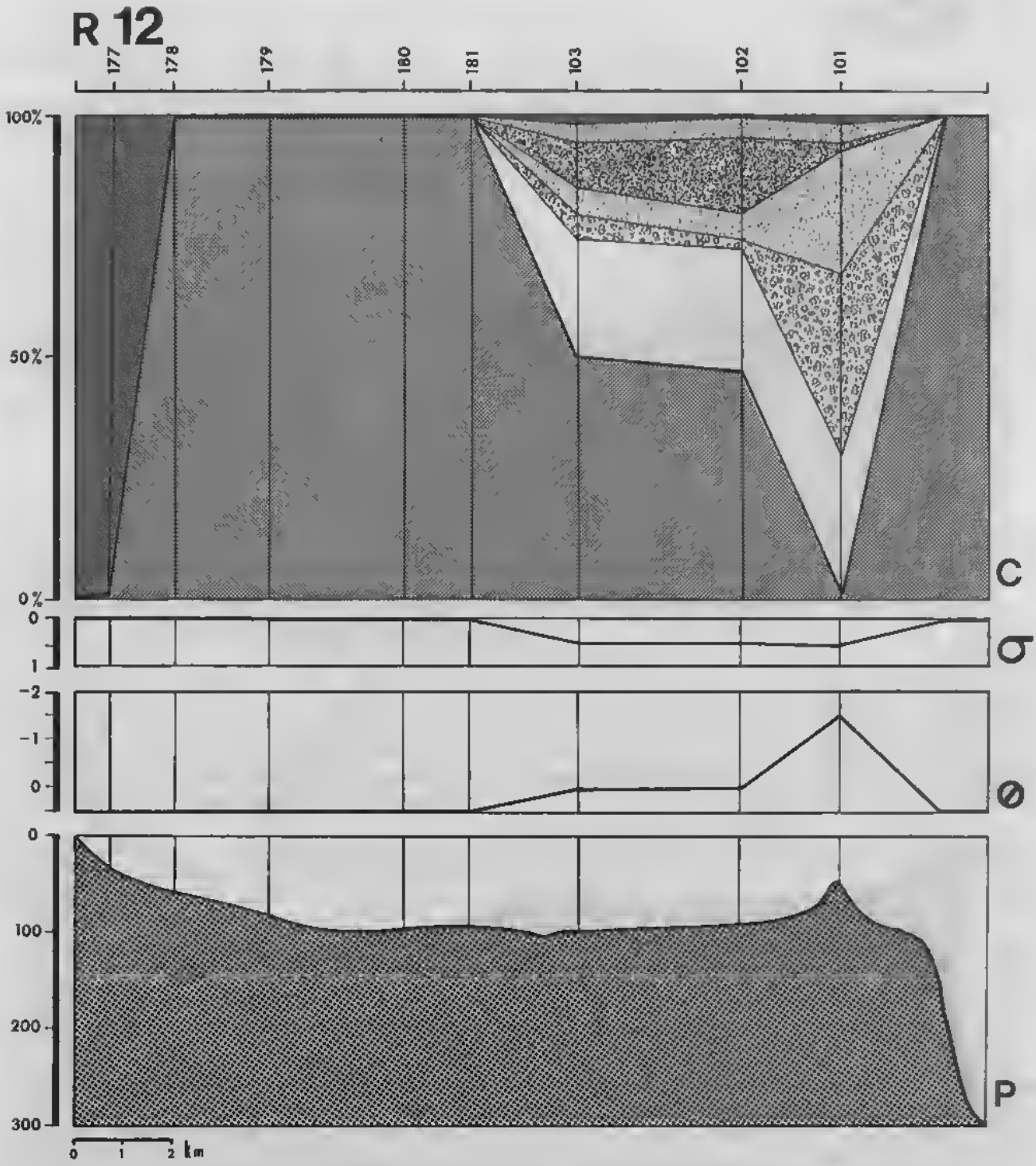



Fig. 7. — Radiale R. 12. Plateau des Habibas, Ouest d'Oran.

Algues calcaires ne constituent plus que les 12 % d'un sédiment qui a beauconp d'affinités avec les matériaux bioclastiques que nous verrons par la suite.

Toutes ces observations semblent indiquer, à première vue, que dans ce secteur, la production de thalles s'effectuant actuellement vers — 35 m, les débris phycogènes profonds proviendraient avec les autres débris bioclastiques de la dispersion vers le large de matériaux littoraux, sans doute sous l'ac-



Source : MNHN, Paris

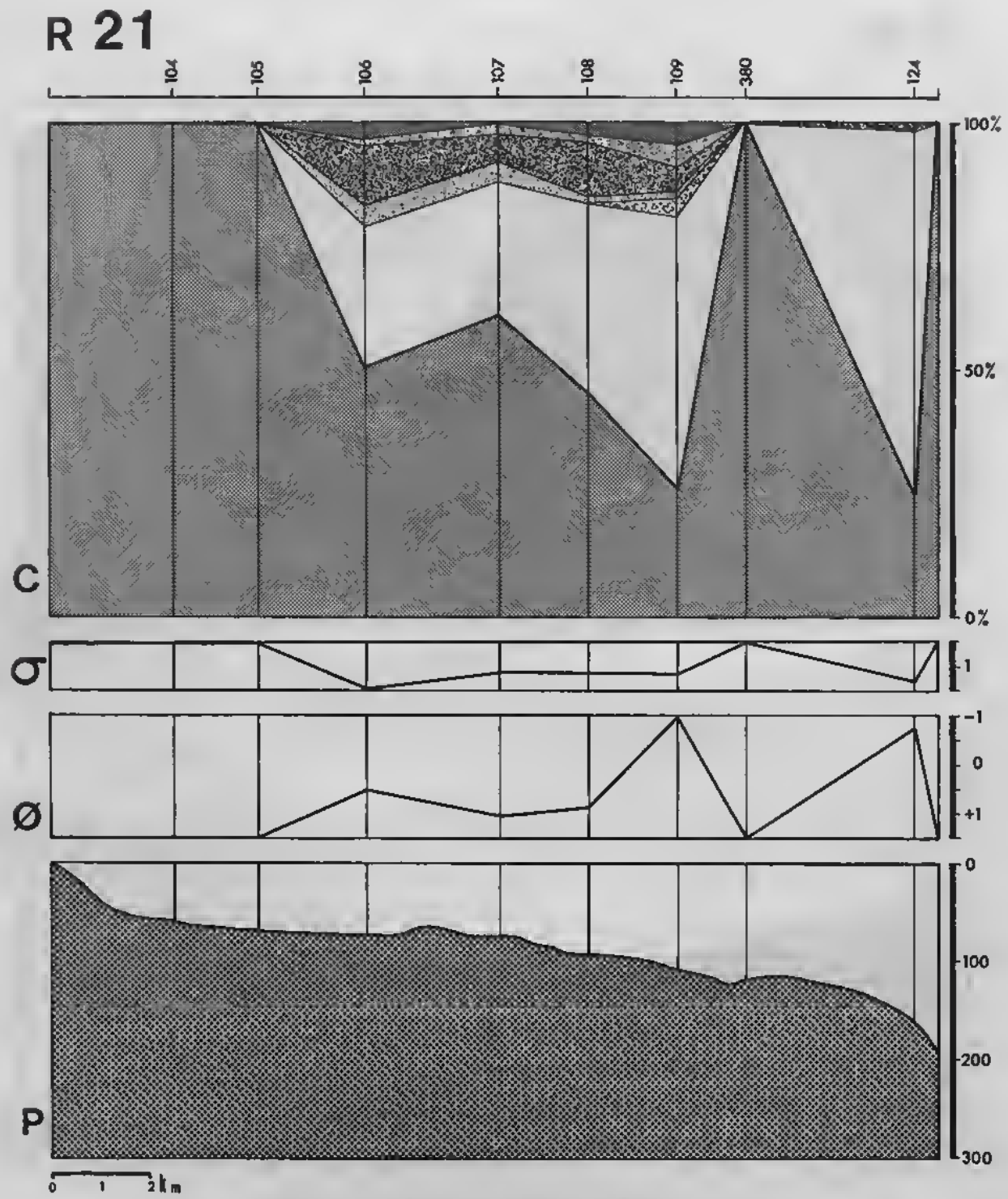



FIG. 8. — Radiale R. 21. Devant le port d'Oran.

tion des courants de retour ou d'undertow qui peuvent se manifester avec ampleur sur les portions de côtes exposées aux grandes houles de NW, ce qui est localement le cas.

Mais l'importance inhabituelle de la phase pélitique que renferment les maerls profonds montre que les courants qui règnent sur ces fonds ne sont pas suffisamment compétents pour pouvoir transporter des particules sableuses et même qu'ils doivent avoir une vitesse très faible.

Source : MNHN, Paris

Ces dernières conditions (sédimentation pélitique et courants très faibles) ne convenant pas plus au développement « in situ » des deux Lithothamniées, il semble donc que les maerls profonds de Kristel résultent *d'une accumulation de thalles non contemporaine mais plus ou moins récente, accumulation actuellement en voie d'imprégnation par des apports argileux.*

Une telle modification des conditions de sédimentation doit avoir des effets beaucoup plus étendus et nous verrons qu'on peut en retrouver la trace dans de nombreux sédiments calcaires de la plate-forme.

***Les sables phycogènes des hauts-fonds.***

Parmi les brisants qui prolongent vers l'Ouest les Iles Habibas (O. 101) et dans les creux de rocher tout autour de l'Ile Plane (O. 200), la drague ramène vers — 50 m et — 20 m des sables graveleux, peu homogènes, comprenant de nombreux thalles calcifiés.

La texture et la composition de ces sédiments les rendent sensiblement analogues aux maerls côtiers. Mais ils en diffèrent cependant par l'abondance des colonies de Bryozoaires (de 8 % à 25 % du matériau) et par la diversité des algues présentes.

Un rapide examen des thalles récoltés, vivants en grande majorité, révèle en effet que les formes crustacées ou encroûtantes sont beaucoup plus fréquentes qu'à la côte, les arbuscules du maerl ayant pratiquement disparu.

L'abondance des Bryozoaires et des Algues crustacées montre que les conditions de sédimentation sont donc différentes et qu'il faut classer à part ces sables phycogènes du large.

***Les sédiments organogènes à Algues calcaires de la plate-forme.***

Bien au-delà des fonds superficiels de la marge continentale oranaise, les sables et vases à Algues calcaires de la plate-forme constituent, à proximité de son rebord, des gisements étroits et discontinus qui ne m'ont fourni que 9 échantillons (1) (voir plan I).

*Texture.* — Signalés jusqu'à présent par les cartes marines comme *graviers* (2), ces sédiments ont pourtant une texture différente de celle des autres formations phycogènes, exception faite des maerls de Kristel. Leurs diamètres moyens sont, en effet, toujours inférieurs à 1 mm et leurs phases granulométriques grossières ne constituent jamais les trois quarts du matériau. Les phases pélitiques prennent, au contraire, beaucoup plus d'importance (jusqu'à 25 % du poids total) ce qui rend les écarts-types très élevé ($\sigma > 2$, voir radiale, O. 20, fig. 11).

*Composition.* — La composition de la fraction organogène de ces sédiments demeure à peu de choses près analogue à celle des sables précédents. La proportion moyenne des débris d'algues devient cependant plus faible (entre 7 % et 25 %) et on ne peut donc entièrement qualifier ces formations de *phycogènes.*

Malgré leur abondance dans tous les sédiments de la plate-forme, les colonies de Bryozoaires et les coquilles de Bivalves ne sont pas plus nombreuses ici que dans les maerls côtiers (moins de 5 %). Les tests de Gastéropodes et les débris d'Echinodermes deviennent également plus rares tandis que quelques polypiers isolés d'Hexacoralliaires peuvent être observés.

La majeure partie de la phase granulométrique grossière est finalement composée de débris bioclastiques et il en est de même pour la phase moyenne. Cette dernière comporte toutefois une population toujours évaluable de Foraminifères (3 % à 7 %), benthiques et pélagiques dont quelques-uns sont bourrés de glauconie. Leurs moules constituent avec quelques grains de quartz, de rares plaquettes argileuses et un petit nombre de micas altérés, une fraction insoluble fine bien moins importante que celle de la phase grossière. Les particules terrigènes (quartz) qu'on peut trier dans cette dernière sont en effet bien plus fréquentes sans que leur proportion soit aussi élevée que dans les maerls côtiers (7 % au maximum).

(1) *Baie des Andalouses :* O. 183, O. 184 (radiale O. 13). *Baie des Andalouses :* JC. 53. *Baie d'Oran :* O. 132, 121, 122, 123 (radiale O. 20), O. 125, 126 (radiale O. 23), O. 379, 391.

(2) Voir esquisse sédimentologique au 1/500 000 de A. Rosfelder (1954).

Source : MNHN, Paris

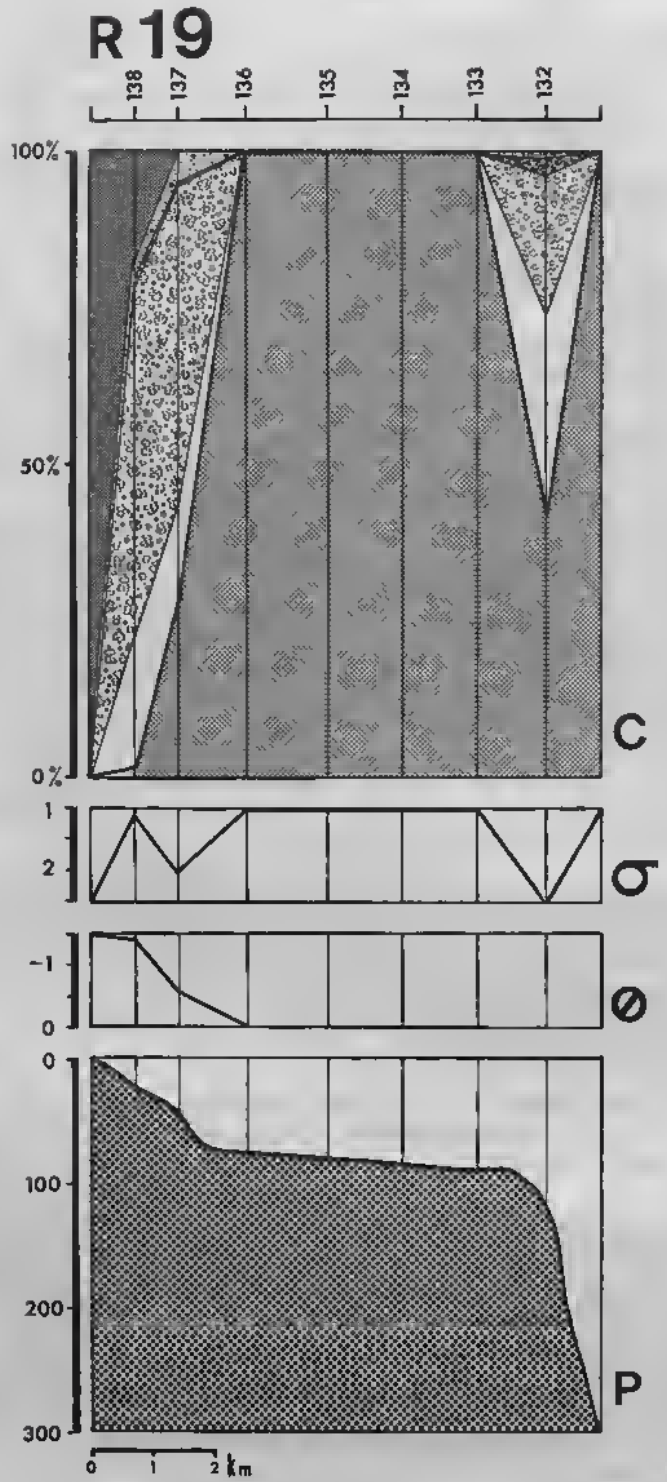



Fig. 9. — Radiale R. 19. Devant la plage de Bouïsseville.

Les vases ne se distinguent des sables que par leur teneur en argile qui ne dépasse cependant pas 11 %.

L'analyse de ces sédiments à Algues calcaires du large ne révèlerait finalement rien de bien particulier si l'on ne tenait compte de la nature de quelques débris organogènes et surtout de la nature des thalles recueillis. Celle-ci parait assez délicate à déterminer an premier abord car aucun thalle

Source : MNHN, Paris

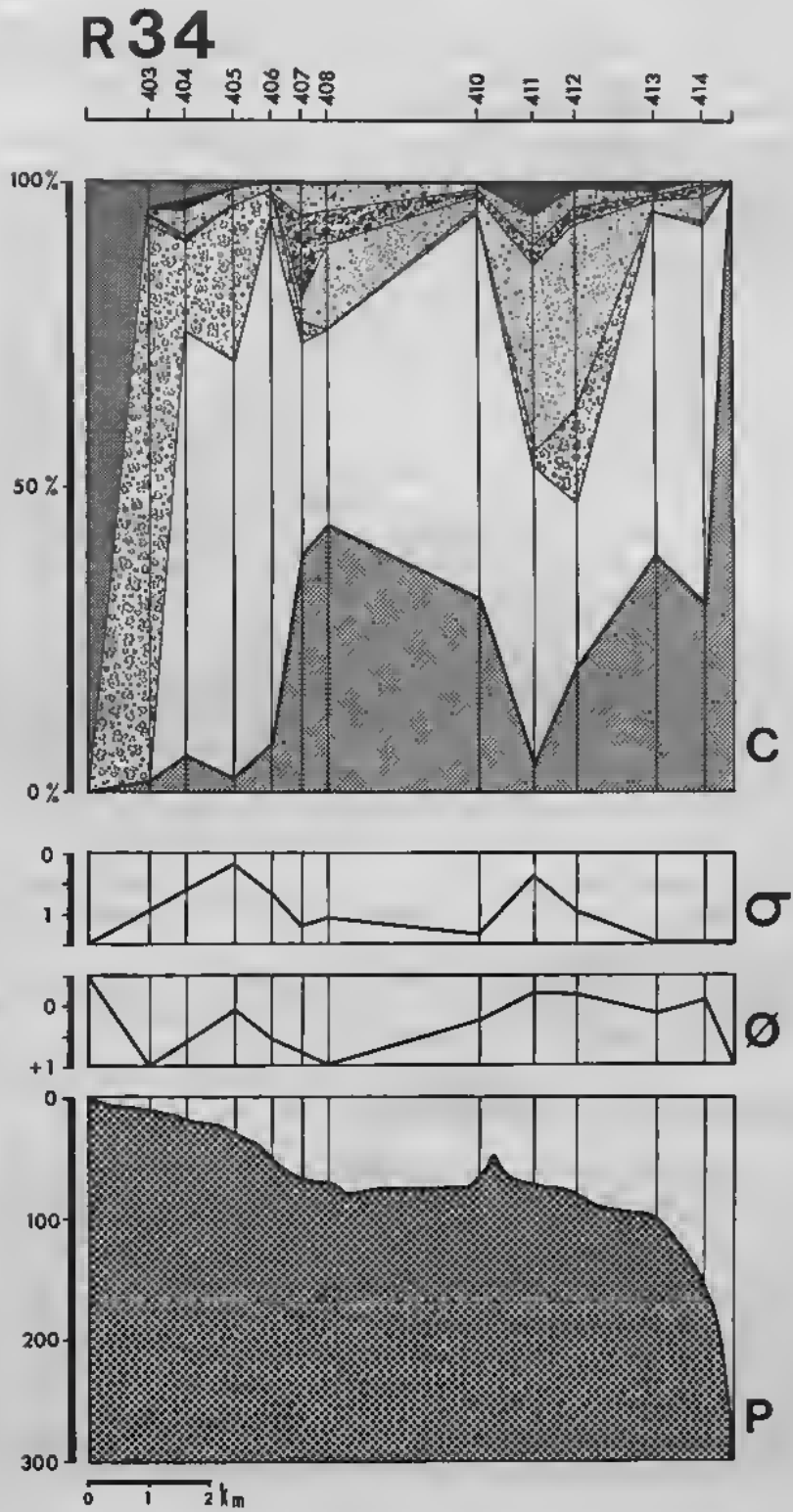



Fig. 10. — Radiale R. 34. De la plage des Andalouses à l'Ile Plane.

Source : MNHN, Paris

entier et encore moins vivant n'a pu être récolté. Une identification précise s'avère de plus très aléatoire car tous les débris sont usés, roulés et plus ou moins imprégnés de glauconie. Pourtant, l'examen de l'allure générale revêtue par ces fragments montre très nettement qu'ils appartiennent au groupe des algues ramifiées c'est-à-dire ici aux formes du maerl. Aucun ne peut être rattaché au groupe des algues crustacées ou encroûtantes à thalles minces et arrondis (1).

Comme les fonds où ces débris de maerl sont accumulés, s'étagent entre — 90 m et — 200 m, un problème intéressant se pose alors. Mme P. LEMOINE a pu, en effet, préciser, grâce à la somme d'observations qu'elle a réunies depuis le début du siècle, les limites bathymétriques entre lesquelles se développent les Mélobésiées actuelles. Elle est ainsi arrivée à la conclusion que les Mélobésiées de type *ramifié* et celles de type *crustacé* ont une différence de répartition bathymétrique importante et « *ceci indépendamment du genre auquel elles appartiennent* » (1924). Les premières (ramifiées) prolifèrent ainsi entre — 15 m et — 65 m avec possibilité de survivre jusqu'à — 80 m mais à l'état d'individus isolés. Les secondes (crustacées) montent jusqu'au littoral même (trottoirs à *Lithophyllum tortuosum*) et descendent beaucoup plus bas, jusqu'à — 120 m et plus.

Toutes ces données sont valables pour la Méditerranée occidentale (2) et elles ont toujours été confirmées par les recherches des biologistes d'Endoume qui les ont un peu élargies pour certaines zones de la Mer Egée (3) (la luminosité et la transparence de l'eau étant toutes deux plus élevées).

En définitive, l'absence de thalles ramifiés vivants dans les sédiments organogènes profonds de la plate-forme est tout à fait normale mais il faut alors résoudre le problème de l'accumulation dans ces mêmes matériaux de tous les fragments morts et épigénisés.

Deux solutions peuvent être proposées :

— ou bien les Lithothamniées proviennent des zones littorales et ce sont les courants qui les amènent ou les ont amenées jusqu'au rebord de la marge continentale;
— ou bien, les conditions de sédimentation (profondeur essentiellement) ont changé depuis le dépôt des thalles ramifiés et une bonne partie du matériel calcaire des sables du large est d'origine ancienne.

Si l'on adopte la première hypothèse, on peut s'attendre à retrouver des débris de maerl éparpillés dans tous les sédiments de la plate-forme et la mise en évidence de « gradients organogènes » (suivant l'expression de G. BOILLOT) peut apporter une réponse satisfaisante.

Dans le deuxième cas, les débris ramifiés du large apparaîtront comme entièrement isolés et il ne sera pas possible de signaler des gradients organogènes d'intensité décroissante depuis la côte vers le large.

La solution du problème peut donc être obtenue en analysant la répartition des Algues calcaires sur l'ensemble du précontinent oranais. Mais avant d'aborder cette répartition, il nous reste encore à poursuivre la description des autres types de sédiments organogènes.

### c) Les sédiments organogènes à Bryozoaires.

Les sédiments organogènes à Bryozoaires apparaissent en Oranie comme bien moins étendus que les formations meubles organogènes précédentes. Je n'ai pu ainsi en réunir que 20 échantillons sur des aires plus étroites que celles des sédiments à Algues ou à Coquillier (4), et étroitement circonscrites aux fonds à relief accidenté de la plate-forme proprement dite. Ce sont pour la plupart des sables graveleux que l'on rencontre au large d'Oran (voir plan 1).

#### *Les sables.*

Ils comptent parmi les sédiments les plus grossiers des plates-formes oranaises avec des diamètres moyens souvent équivalents ou supérieurs à 1 mm (voir radiales nos 16, 18, 23). Leur hétérogénéité est extrêmement variée sans pour cela paraître liée à l'un quelconque des autres paramètres texturaux.

(1) Observations confirmées par Mme P. LEMOINE.
(2) Ce sont des valeurs probablement *maximum* caractéristiques des zones les mieux éclairées (transparence de l'eau).
(3) Voir les résultats des Campagnes de la « *Calypso* » (Annales de l'Institut Océanographique), t. 34, fév. 1958.
(4) *Plateau des Habibas :* O. 192, O. 193, JC. 58. *Baie des Andalouses :* O. 199, O. 141, O. 142, O. 145, O. 408, O. 411, O. 413. *Baie d'Oran :* O. 111, O. 112, O. 115, O. 127, O. 128, O. 390, O. 397, O. 398, O. 378 (vase)

Source : MNHN, Paris

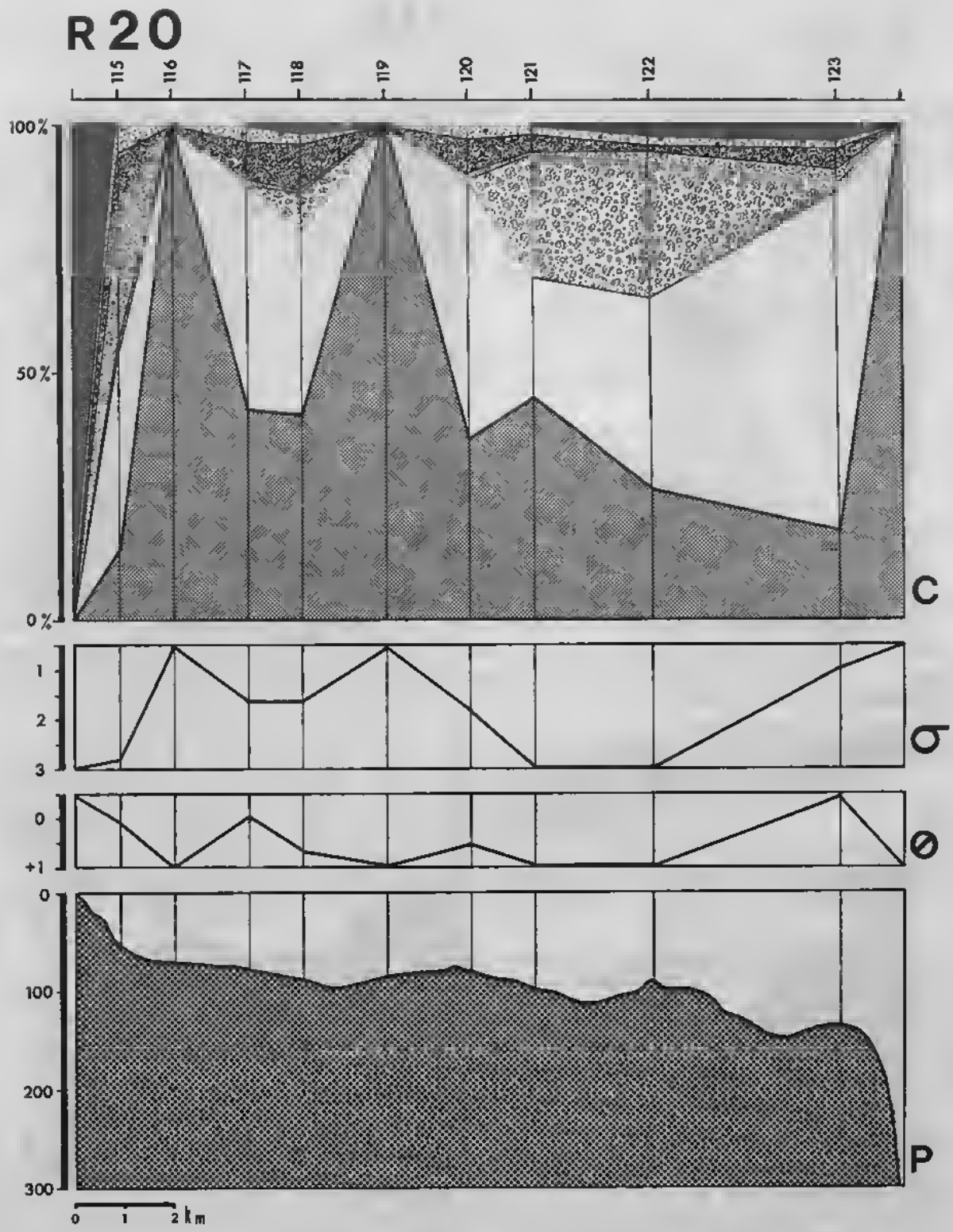



Fig. 11. — Radiale R. 20. Devant le port de Mers-el-Kébir.

Source : MNHN, Paris

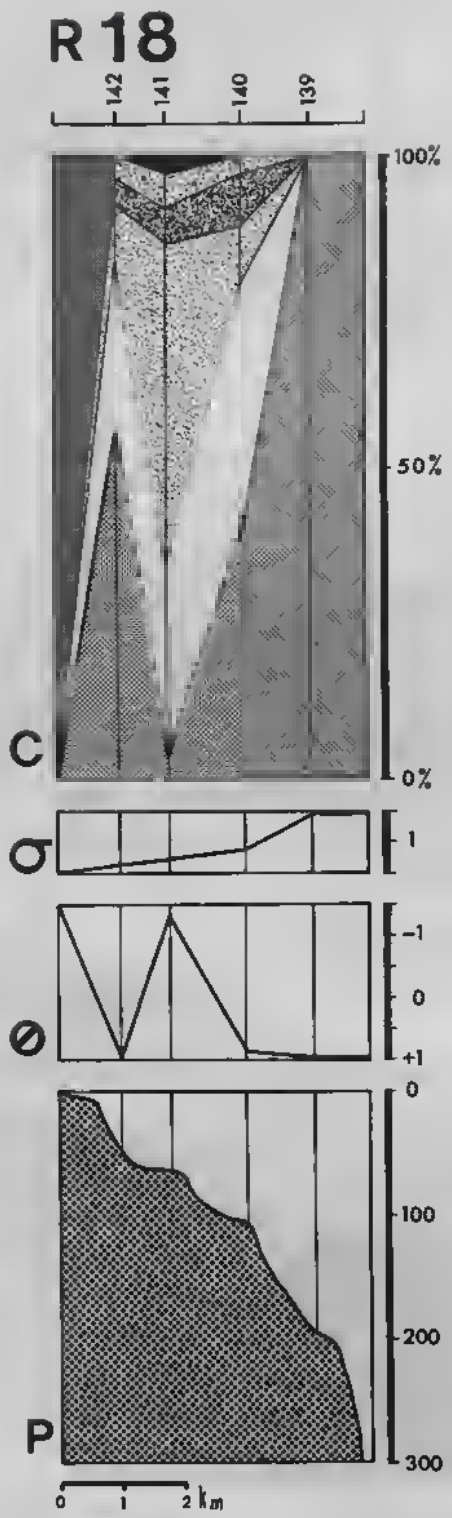



Fig. 12. — Radiale R. 18.
Devant la pointe des Coralès.

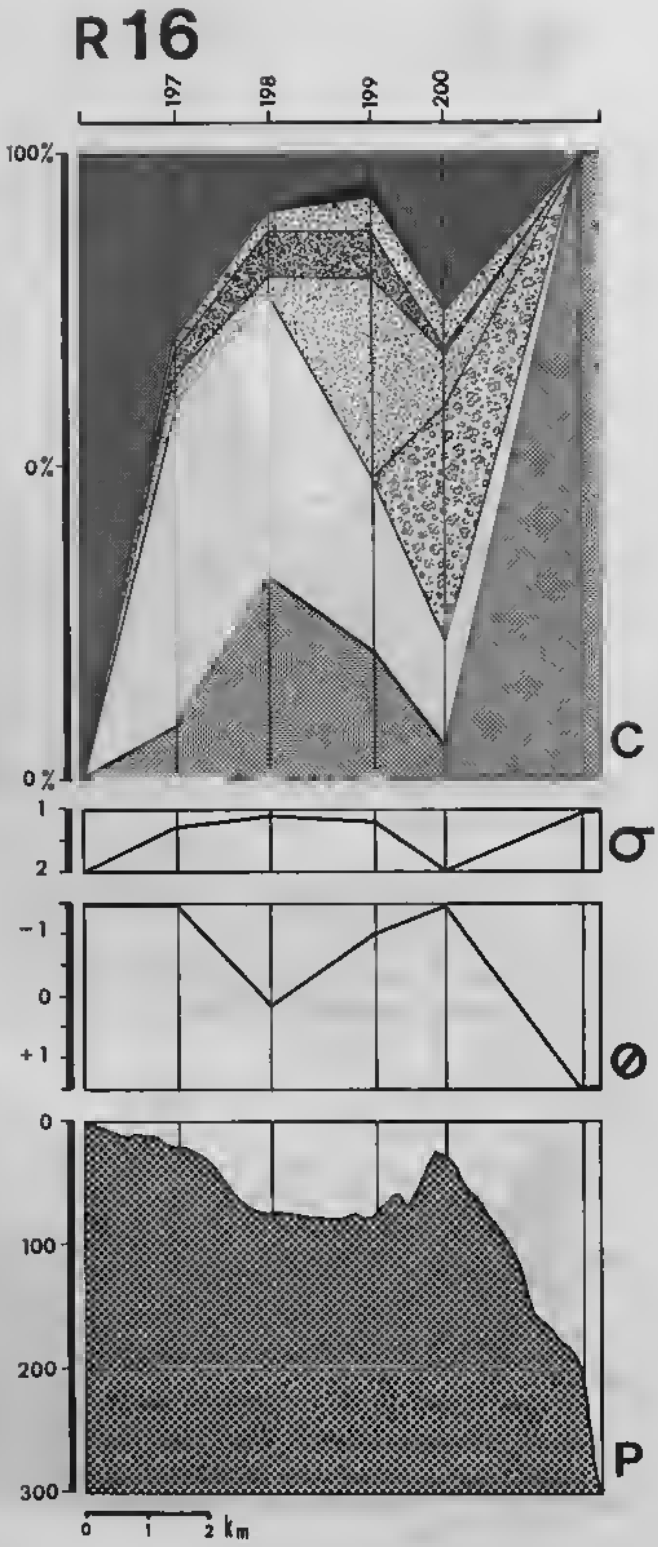



Fig. 13. — Radiale R. 16. Devant le cap Lindlès.

Source : MNHN, Paris

Les fluctuations présentées par les médianes suivent celles des diamètres moyens. Les phases granulométriques grossières contituent en général les trois quarts des matériaux et demeurent toujours plus importantes que les phases granulométriques moyennes. Les particules de taille inférieure à 0,100 mm n'entrent enfin que pour une très faible part (moins de 10 %) dans la constitution de ces sables.

*Composition.* — Au sein de la phase grossière, les colonies de Bryozoaires intactes ou fragmentées représentent la majeure partie des débris organiques reconnaissables, bien que leur importance soit très variable selon les échantillons. Leur poids reste toujours supérieur à 10 % de celui du sédiment et leur maximum d'abondance localisé en O. 141 devant le cap Falcon (radiale n° 18, fig. 12) atteint le taux record de 51 %.

Les Algues calcaires sont très peu répandues dans ces sables. Je ne les ai retrouvées que dans 5 échantillons : O. 111, O. 115, O. 390, O. 408, O. 411. Leurs thalles (surtout crustacés) ne sont jamais nombreux (moins de 5 %) ni bien développés (pas d'oncolithes à signaler).

Les fragments de Mollusques testacés forment une part toujours plus importante que celle des Algues (ce qui ne sera pas le cas à l'est d'Alger). Les valves de Lamellibranches et les coquilles de Gastéropodes sont également présentes, les premières pouvant édifier plus de 10 % du sédiment. Leur état de conservation est, comme celui des Bryozoaires, très inégal, des formes vivantes étant mêlées à des débris usés.

Dans tous les échantillons, j'ai pu reconnaitre des piquants et des plaques d'Echinodermes sans que leur masse puisse toutefois être évaluable. Les polypiers entiers ou fragmentés d'Hexacoralliaires sont, au contraire, relativement fréquents et apparaissent même, avec les valves rares de Brachiopodes, et des débris de corail rouge, comme *caractéristiques* des sables à Bryozoaires.

Des particules détritiques n'ont pu être triées que dans les phases grossières de 2 ou 3 prélèvements voisins de l'Ile Plane et leur poids est toujours plus faible que celui de la fraction *Bryozoaires*. Enfin, la proportion de débris bioclastiques, naturellement variable dans les divers échantillons, se maintient généralement au-dessous du taux habituel de 50 % qui caractérise presque tous les sables organogènes de la plate-forme oranaise.

La phase granulométrique moyenne des sables à Bryozoaires est pratiquement faite de débris bioclastiques; les restes de quelques grands Bryozoaires et quelques petites colonies étroites comme celles des *Crisia* ou des *Cellaria* y représentent avec de rares Foraminifères benthiques (moins de 1 %) la plupart des particules d'origine bien reconnaissable.

Les petits quartz et les moules glauconieux qui forment d'ordinaire la fraction insoluble de cette phase sont bien peu nombreux comme dans les sables à Algues calcaires des plates-formes.

La phase granulométrique fine, très réduite, comprend moins de particules terrigènes que de *mouture* calcaire biogénique et de petites formes de Foraminifères.

*Répartition.* — Si l'on examine de plus près la distribution des sables à Bryozoaires, on peut remarquer que *ces derniers se situent toujours sur les reliefs du plateau continental ou à proximité immédiate.*

Les pentes Nord et Sud de l'Ile Plane en sont tapissées de même que celles du haut-fond d'Aïn el Türck. Les ressauts qui précèdent vers — 70 m l'escarpement marqué de la bordure littorale devant le Cap Falcon en sont également recouverts et il en est de même devant le Djebel Santon. Bien qu'un seul prélèvement ait pu en être réalisé auprès des Iles Habibas (JC 58), il semble que les sables à Bryozoaires doivent s'accumuler sur tous les flancs de ces écueils car leurs débris restent abondants dans les sédiments à coquillier voisins. Au large d'Oran, les colonies sont moins nombreuses dans les sables du Banc de Corail ou sur les reliefs qui prolongent en mer la Pointe de Canastel, mais elles accusent un grand développement sur les fonds accidentés de la radiale O. 23, plus à l'Est en O. 127 et O. 128 (voir fig. 14).

*Etroitement liés à la présence de substrats durs* pour *ne pas dire rocheux, les sables à Bryozoaires voient leur expansion limitée par les isobathes — 50 m et — 90 m :* ils ne se retrouvent, en effet, ni sur les reliefs qui précèdent la courbure du rebord continental au large de Kristel, ni sur les pentes raides du glacis continental depuis les Iles Habibas jusqu'au cap de l'Aiguille. Ces *barrières bathymétriques* et cette affinité très marquée pour les fonds durs doivent déjà être signalées car elles correspondent « grosso modo » aux conditions optima pour le développement des grandes colonies calcaires (Y. GAUTIER, 1962). Et cela conduit déjà à penser que loin de s'être effectué sous l'influence des courants, comme en Manche actnelle, le dépôt des sables à Bryozoaires s'est, ici, déroulé in situ.

Source : MNHN, Paris

*Les vases.*

Il y a sans doute très peu de vases à Bryozoaires sur la plate-forme oranaise car nous n'en avons réuni que 2 échantillons (O. 378, O. 398). Pauvres en particules pélitiques (10 %), ces vases appartiennent à la catégorie des vases calcaires, leur fraction insoluble ne dépassant pas la proportion de 15 %.

*La texture de leur fraction organagène* est en tous points semblable à celle des sables précédents. La phase granulométrique grossière demeure ainsi la plus importante tandis que la phase pélitique joue un rôle négligeable comme on l'a vu. Les diamètres moyens sont plus petits que ceux des sables (de 0,400 mm à 0,600 mm) sans pour autant s'abaisser au-dessous de 0,300 mm. Les écarts absolus sont naturellement très élevés tandis que les écarts-types restent identiques à ceux des sables.

*En ce qui concerne la composition de la fraction calcaire organagène,* il n'y a pas d'observations spéciales à rapporter : elle ne se distingue absolument pas de celle que nous avons déjà décrite pour les sables.

La similitude entre les deux types de sédiments continue également à jouer lorsque l'on analyse la distribution de ces vases. Elles ne forment en effet jamais d'étendues distinctes, mais se répartissent plutôt à la périphérie des aires recouvertes par les sables à Bryozoaires, non plus sur les reliefs du fond mais tout de même à leur proximité immédiate.

Finalement, comme la texture, la composition et la distribution des vases à Bryozoaires sont à peu près identiques à celles des sables, on peut estimer que leur mode de sédimentation a été analogue, *l'apport argileux provenant d'une « imprégnation » a posteriori.* La nature et les affinités écologiques des espèces retrouvées dans ces deux types de sédiments à Bryozoaires nous permettront de le vérifier.

d) Les sédiments organogènes à Foraminifères.

*Ce sont les sédiments organogènes les plus profonds du précontinent ouest oranais.* Ils garnissent en effet les replats les plus externes du rebord continental et les premières *facettes* (1) de la pente continentale, assurant ainsi la transition entre les matériaux grossiers de la plate-forme et les boues argileuses du large. De ce fait, les aires qu'ils tapissent sont très minces et je n'ai pu en draguer qu'en 6 stations seulement (2).

Tous les échantillons recueillis sont des *vases calcaires* riches en débris organiques, qui peuvent être réparties, selon leur composition, en deux groupes bien distincts.

— le premier groupe comprend les vases draguées à proximité des *maerls* du large, entre — 120 m et — 150 m devant Oran : O. 380, O. 381, O. 392 (voir radiales n$^{os}$ 36 et 37) ;
— le second regroupe toutes les autres vases prélevées généralement plus bas, sur les premières pentes du glacis.

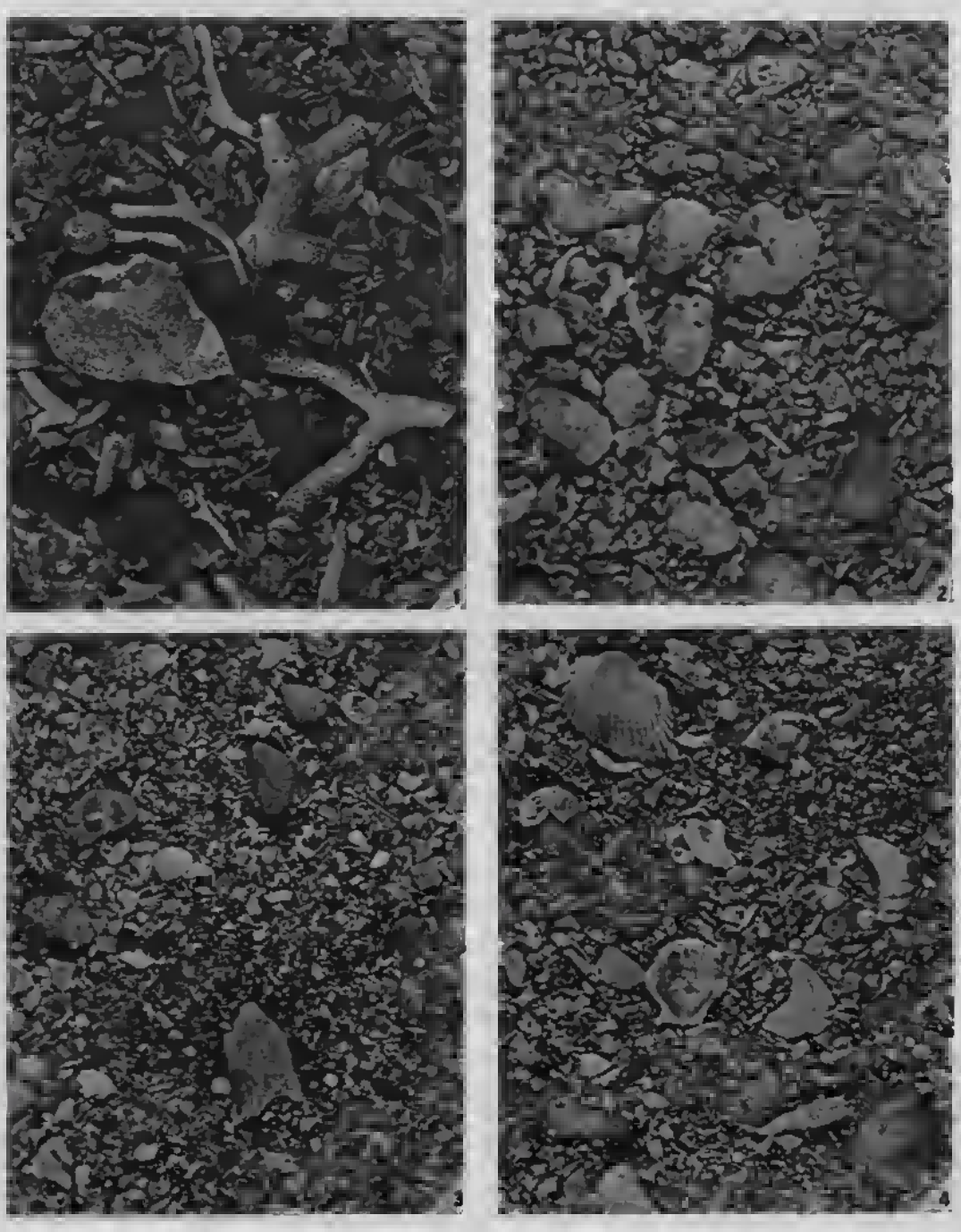
TABLEAU III

*Composition de deux vases organogènes à Foraminifères de la région Oranaise.*

| | 0.392 | 0.97 |
|---|---|---|
| Débris organogènes | 36 % | 41 % |
| Algues calcaires | 10 % | + |
| Bryozoaires | + | + |
| Lamellibranches | + | 2 % |
| Gastéropodes | + | + |
| Echinodermes | + | + |
| Hexacoralliaires | | |
| Foraminifères | 14 % | 19 % |
| Débris terrigènes | 12 % | 9 % |
| Phases pélitiques et fines | 28 % | 29 % |

(1) On appelle facettes les paliers plus ou moins plans qui coupent la pente continentale.
(2) *Plateau des Habibas :* O. 97. *Baie des Andalouses :* O. 414. *Baie d'Oran :* O. 124, O. 380, O. 381, O. 392.

Source : MNHN, Paris



Les sédiments grossiers les plus fréquents dans la region oranaise.

Fig. 1. — Sable organogène à Bryozoaires (× 1).

Fig. 2. — Sable organogène à Algues calcaires (*maerl*) (× 1).

Fig. 3. — Sable organogène à Bioclastique (× 1).

Fig. 4. — Sable organogène à Coquillier (× 1).

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Les différences entre les deux types de vases à Foraminifères tiennent, comme on peut le voir d'après le tableau III, à la présence dans le premier groupe de fragments de thalles calcaires et de débris terrigènes grossiers qu'on ne retrouve point dans le second.

Ces différences mises à part, la composition des vases à Foraminifères est très uniforme, les débris bioclastiques et les Foraminifères représentant la presque totalité de la fraction calcaire organogène.

*La texture* est bien moins homogène que dans les autres sédiments organogènes :

— la phase granulométrique grossière oscille entre 28 % et 60 %;
— la phase moyenne entre 15 et 30 %;
— seule la phase pélitique demeure à peu près constante, 20 %.

D'une façon générale, l'importance de la phase grossière diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne des sables de la plate-forme ce qui concourt à donner l'impression que ces vases à Foraminifères sont d'anciens matériaux sableux récemment envasés.

Cela est d'ailleurs confirmé par la nature même des débris de thalles triés dans les vases du premier groupe. Ces fragments phycogènes sont en effet identiques en tous points à ceux que nous avons vus dans les sables à Algues calcaires du large et peuvent être rangés dans la catégorie des maerls usés et épigénisés.

De plus, les éléments terrigènes grossiers sont des quartz ronds-mats tout à fait analogues (comme nous le verrons plus loin) à ceux des maerls profonds.

Dans les vases du deuxième groupe, les Algues calcaires ont disparu et seules quelques fines coquilles de Ptéropodes et Dentales demeurent au milieu des débris bioclastiques et des Globigérines. Ces dernières ne sont plus mêlées à de nombreux Foraminifères benthiques en partie épigénisés comme elles l'étaient dans les vases du premier groupe. En définitive, le sédiment s'apparente étroitement aux vases terrigènes à Globigérines des fonds du bassin algéro-baléares dont il ne diffère que par l'importance de la phase grossière, c'est-à-dire de la fraction bioclastique.

*Répartition.* — Les vases à Foraminifères prennent une large extension seulement au NE d'Oran, mais tous les autres replats et rebords des plates-formes oranaises doivent sans doute en être tapissés. Ces gisements restent néanmoins très restreints car je ne les ai retrouvés qu'une fois sur la pente continentale devant l'Ile Plane (O.414, radiale O.34, fig. 10) et une autre sur les fonds plats qui s'étendent, à l'Ouest, entre le Banc des Câbliers et le cap Figalo (O.97). L'échantillon ramené en O.414 est une vase dont la texture et la composition sont à peu près semblables à celles du groupe profond décrit devant Oran. Il en va de même pour O.97 mais sa teneur en particules pélitiques est la plus élevée.

*En définitive, l'analyse des sédiments organogènes à Foraminifères montre que seuls les plus profonds présentent une « unité de sédimentation » vraiment réelle :* ils sont presque tout entiers dus à l'accumulation de débris organiques d'origine pélagique et assurent ainsi la transition avec les vases terrigènes à Globigérines du large.

*Les moins profonds, ceux du rebord continental, ont une origine mixte, la population pélagique de Foraminifères et de Ptéropodes étant mêlée à de nombreux débris de thalles et de minéraux dont le dépôt ne peut s'accommoder des conditions de milieu actuelles.*

### e) Les sédiments organogènes à bioclastique.

Très peu étendus, ils caractérisent uniquement les fonds superficiels de la bordure littorale et en particulier les secteurs voisins des herbiers à posidonies. Je n'ai pu en recueillir que deux échantillons : l'un O.406 devant les herbiers et les champs de maerls des Andalouses, l'autre O.400 en contrebas de la plage d'Aïn el Türck (voir radiales O.34, fig. 10 et O.35 fig. 15).

*Texture. — Ce sont les sables organogènes les mieux classés* que l'on rencontre en Oranie : écart-type relativement faible ($\sigma = 0{,}60$ à $0{,}70$ unités $\Phi$), diamètre moyen peu élevé ($X = 0{,}500$ à $1$ mm), et surtout courbes cumulatives assez voisines de celle des sables terrigènes de plage (voir fig. 16). De plus, la phase granulométrique fine est négligeable et il n'y a pas de particules pélitiques.



Source : MNHN, Paris

*Leur composition* est très simple : la fraction organogène est, en effet, constituée à 90 % par des débris bioclastiques dont l'aspect montre qu'ils ont subi un long remaniement : tous les fragments sont usés, arrondis, émoussés et parfois translucides. Il y a une grande différence dans leur allure avec les débris bioclastiques des sédiments organogènes des plates-formes. Seule leur organisation interne et leurs contours en rappellent l'origine biologique.

Cette usure, l'homogénéisation assez marquée de la texture et l'absence de particules fines indiquent que le dépôt de ces sables ne peut s'effectuer que sur des fonds soumis à l'influence de courants suffisamment compétents pour que soient usés les restes organiques et soient empêchée l'accumulation de l'argile ou de la mouture calcaire fine.

*Leur répartition* en est ainsi une bonne preuve. On ne les retrouve, en effet, qu'à la périphérie des herbiers car seuls ces derniers peuvent produire suffisamment de matériel organogène dans les limites batbymétriques même où les courants marins sont assez vifs, c'est-à-dire entre —24 m et —30 m.

Mais les courants transportent indistinctement tous les matériaux. Aussi lorsque les sables détritiques de plage sont assez éloignés, la fraction terrigène des sédiments bioclastiques est-elle négligeable (O.406) ; mais lorsque les herbiers ont une superficie réduite et alternent avec des sables de plage, la fraction terrigène est-elle naturellement plus importante (24 % en O. 400). Dans ce dernier cas, le sable bioclastique présente alors une composition globale très proche de celle des sédiments mixtes à bioclastique et on peut présumer que finalement *tous les termes de passage existent entre sédiments bioclastiques et sédiments mixtes à bioclastique, l'ensemble assurant la transition avec les sables détritiques à la côte et les sables organogènes vers le large.*

## 3 — DESCRIPTION DES SÉDIMENTS ORGANO-TERRIGÈNES.

Leurs gisements sont très peu étendus sur tout l'ensemble des plates-formes ouest oranaises et je n'ai pu en prélever que 3 échantillons.

Ils caractérisent essentiellement les fonds déprimés qui s'intercalent entre la côte et les Iles Habibas, ainsi que la bordure sous-marine du cap Lindlès, (voir plan I).

### a) Les sédiments mixtes à bioclastique du cap Lindlès (O. 197, O. 16, fig. 13).

Ce sont des sables et graviers grossiers qui tapissent l'étroite portion de la bordure littorale comprise entre les sables détritiques installés au pied des falaises du cap et les sables organogènes de la plate-forme, entre —25 m et —50 m. De par leur position, ils sont largement soumis aux effets des grandes boules.

*Leur texture* est très grossière ($X = 2{,}800$ mm), peu homogène ($\sigma = 1{,}27$ unités $\Phi$) avec une phase granulométrique moyenne très faible (7 %) et pas de particules fines ou pélitiques.

*Composition* :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 54 % |
| Algues calcaires | + |
| Bryozoaires | 4 % |
| Lamellibranches | 3 % |
| Gastéropodes | 2 % |
| Echinodermes | + |
| Foraminifères | + |
| Débris terrigènes | 35 % |

Les débris bioclastiques sont tout à fait semblables à ceux que l'on a décrits dans les sables organogènes à bioclastique des Andalouses.

Toutes les coquilles de Mollusques et les colonies de Bryozoaires proviennent des biocénoses installées sur les roches infra-littorales : ainsi, les Bryozoaires peu nombreux, sont représentés par quelques colonies cylindriques de Cellariidae bien adaptées aux fonds balayés par les courants. Les coquilles de Bivalves et de Gastéropodes sont peu fréquentes et très robustes. Il n'y a pas de maerl

Source : MNHN, Paris

et les fragments de thalles incrustants sont peu abondants. Les plaques et les piquants d'Oursins sont aussi très rares.

La fraction terrigène est faite de galets et de graviers (30 %) parmi lesquels on peut reconnaître des schistes et calcschistes très roulés, des quartz filoniens usés et des fragments plus anguleux de grès quartziteux. Tout ce matériel est arraché par l'érosion marine aux schistes violacés ou charbonneux, aux quartzites et aux formations à dragées (F. Doumergue, 1924 et Y. Gourinard, 1958) qui affleurent sous la couverture plio-quaternaire du Djebel Lindlès et dessinent la ligne de rivage. Quelques quartz non émoussés-luisants et de rares minéraux lourds forment une petite partie (5 %) de la phase granulométrique moyenne.

*En définitive*, l'usure générale des particules, organogènes comme terrigènes, l'absence d'argiles et l'importance des débris bioclastiques montrent nettement l'influence prédominante du facteur transport dans la constitution de ce sable, dont la composition indique qu'il peut être considéré comme un faciès de transition entre les sédiments terrigènes grossiers et les sables organogènes bioclastiques.

b) Les vases mixtes à coquillier du plateau des Habibas (O. 187, O. 188, radiale O. 13).

Elles sont localisées sur les fonds circalittoraux de la plate-forme des Habibas où elles s'insèrent entre les sédiments organogènes à coquillier du large et les sables détritiques de la bordure littorale.

L'analyse de leur composition et de leur texture montre que moins l'importance de la fraction terrigène fine, elles sont à peu près analogues aux vases à Coquillier (voir tableau 4).

Tableau IV

*Composition des vases mixtes à coquillier du plateau des Habibas*

| | 0.187 (–76 m) | 0.188 (– 50 m) |
|---|---|---|
| Débris Bioclastiques | 39 % | 40 % |
| Algues calcaires | + | 7 % |
| Bryozoaires | + | 2 % |
| Lamellibranches | 8 % | 6 % |
| Gastéropodes | 2 % | 2 % |
| Echinodermes | + | + |
| Foraminifères | 2 % | 2 % |
| Débris terrigènes | 35 % | 29 % |
| Pélites | 12 % | 10 % |
| Divers | 1 % | 1 % |

Leur phase grossière est ainsi moins importante que les deux autres réunies et la plus fine peut même devenir la plus dense.

Les particules terrigènes abondent dans les refus de tamis entre 0,500 mm et 0,025 mm. Leur nature est très variée, mais des grains de quartz non émoussés-luisants et quelques minéraux lourds (diopside, hornblende, tourmaline, zircon (1) forment néanmoins la majeure partie de la fraction. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la côte (vers —70 m), des moules internes glauconieux de Foraminifères et de Bryozoaires s'ajoutent de plus en plus aux éléments terrigènes insolubles et la phase organogène augmente de volume. Cette dernière comprend principalement des débris bioclastiques et des coquilles qui deviennent elles aussi de plus en plus abondantes vers le large.

On peut ainsi observer tous les termes de passage entre les vases organogènes à coquillier de la plate-forme et les sables terrigènes de la côte.

Pour terminer cette description sommaire, il faut encore signaler dans ces vases mixtes l'existence de petits morceaux de thalles crustacés très épigénisés (goethite) notablement plus abondants à proximité du rivage dont ils doivent sans doute provenir en même temps que le matériel détritique.

(1) Une étude complète des minéraux lourds présents dans les sables terrigènes de la bordure oranaise est donnée dans le mémoire de L. Leclaire.

Source : MNHN, Paris

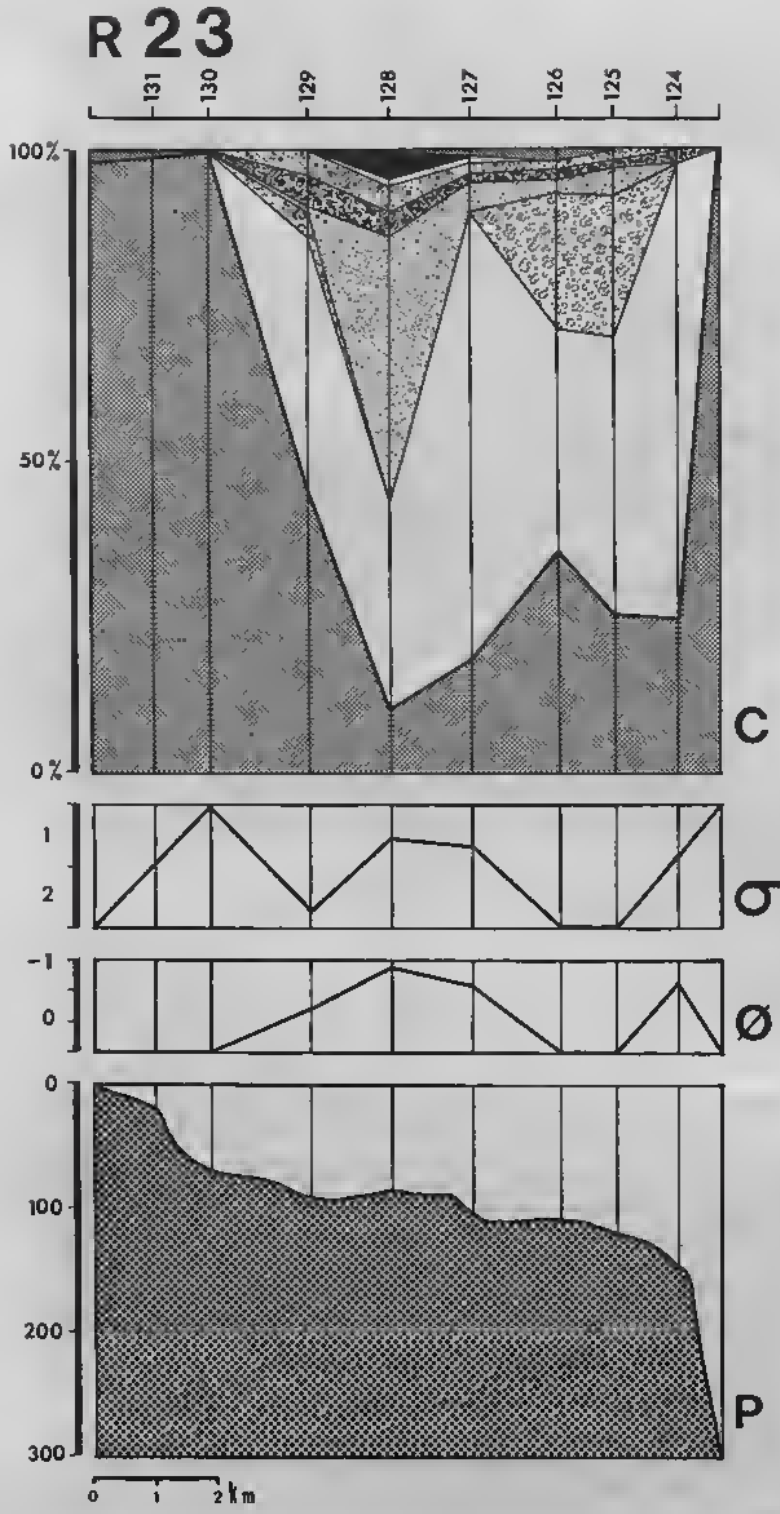



Fig. 14. — Radiale R. 23. Devant la plage de Kristel.

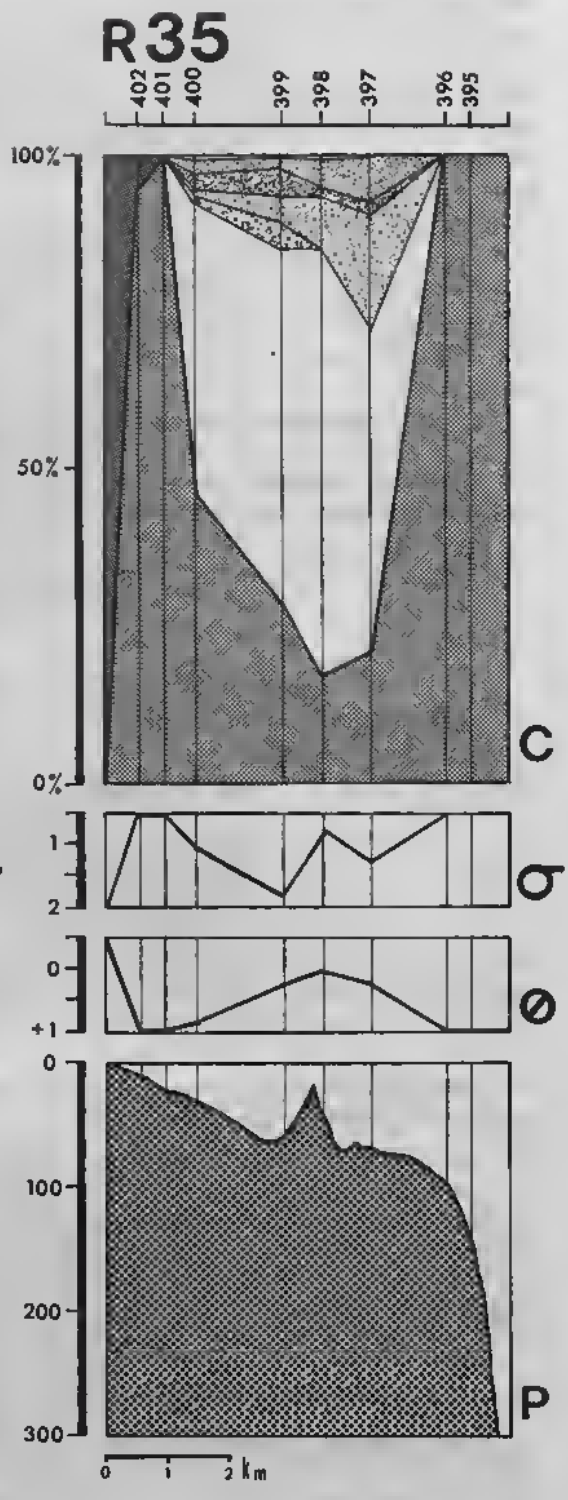



Fig. 15. — Radiale R. 35.
Devant la plage d'Aïn el Türck.

Source : MNHN, Paris

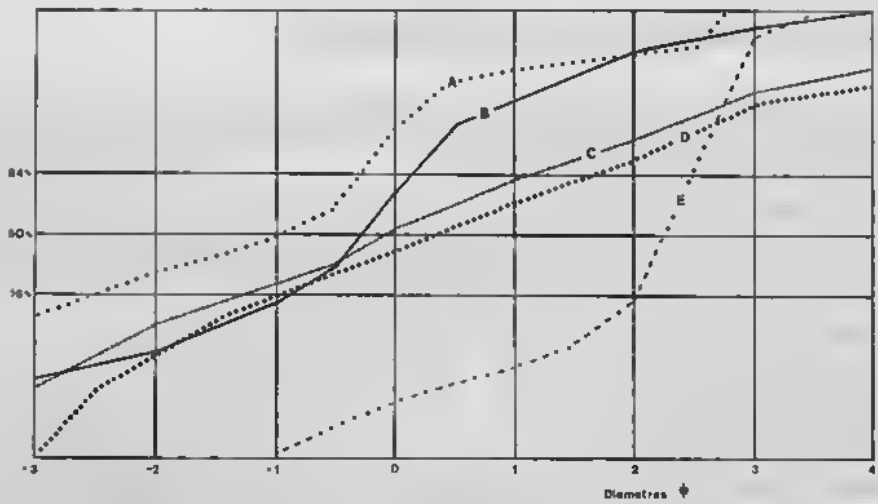



FIG. 16. — Courbes cumulatives de quelques sédiments organogènes oranais. A = Maerls côtiers; B = Sable organo-terrigène à Bioclastique; C = Sable organogène à Bryozoaires; D = Sable organogène à Coquillier; E = Sable terrigène de plage. Ordonnées gaussiennes, abscisses logarithmiques.

### c) Conclusion.

Les sables mixtes et les vases organo-terrigènes situés entre les formations organogènes de la plate-forme et les sédiments détritiques terrigènes de la bordure littorale résultent, dans la région ouest oranaise, de la juxtaposition d'un apport terrigène côtier dont l'importance dépend de la compétence des courants et d'une accumulation de matériaux organogènes déposés en partie (faible) sur place et en partie (la plupart) après un transport plus ou moins long.

Leur mode de sédimentation, lié à la nécessité d'une alimentation en matériaux terrigènes grossiers, rend bien compte de leur différence d'extension entre la région des Habibas (côte rocheuse avec appareils éruptifs et massifs secondaires) et celle d'Oran (côte marno-calcaire et terrasses quaternaires).

Cette rapide étude ne rend pas bien compte de toutes les particularités de ces matériaux mixtes mais comme ils sont plus étendus et plus variés dans le golfe d'Arzew, on pourra, dans les pages suivantes, en donner une meilleure description.

## B — LE GOLFE D'ARZEW

Quatrième et dernière plate-forme oranaise, le Golfe d'Arzew déroule à l'Est du cap Carbon, une longue étendue de fonds plats monotones. Sa surface déprimée, manifestement gagnée sur le bassin de l'Habra lors de la dernière transgression (A. PERRODON, 1957), est limitée à l'Est par le delta du Chélif et l'avancée du Dahra.

Très variés, les sédiments de la couverture meuble y sont, dans l'ensemble, plus argileux qu'à Oran et les vases et boues fluides forment même au centre du golfe une importante vasière (1). Les sables et graviers calcaires organogènes, relégués sur la bordure littorale ou vers le large, sont relativement moins étendus que sur les autres plates-formes oranaises mais gardent, néanmoins, une composition qui les apparente étroitement aux autres sédiments organogènes de la région.

(1) Consulter les esquisses sédimentologiques de A. ROSPELDER (1954) ou L. LECLAIRE.

Source : MNHN, Paris

## 1 — MORPHOLOGIE DES FONDS ET COUVERTURE SÉDIMENTAIRE.

Rompant avec la structure compartimentée du précontinent ouest-oranais, le plateau continental du golfe d'Arzew se présente géomorphologiquement comme une « entité » idéale avec des subdivisions bien marquées et bien développées (voir fig. 17).

Entre le Cap de l'Aiguille et le Cap Carbon, les fonds sous-marins, prolongeant sans interruption de pente les falaises côtières du Djebel Orousse, assurent la transition entre les deux golfes. Devant le cap Ferrat s'évase une petite plate-forme sur laquelle une douzaine de dragages permettent de mettre en évidence une couverture meuble de type « oranais » :

— bordure littorale raide encombrée de roches et sables terrigènes;
— plate-forme continentale à peu près plane avec « minivasière » prè-littorale;
— rebord continental accentué avec sables organogènes;
— pente continentale très inclinée, tapissée de vases et boues à Foraminifères.

Du cap Ferrat au Cap Carbon, le substratum rocheux (probablement de même nature que les formations secondaires émergées (1) forme un talus continu et ménage, entre quelques accidents, de petites dépressions où les débris organogènes s'accumulent, sans doute sous une faible épaisseur.

Sur l'étendue même du golfe, les sédiments organogènes se répartissent en plusieurs gisements bien distincts. Le plus large et le plus continu s'étend sur les collines mollement ondulées, prolongeant entre —80 et —110 m et dans l'axe SW-NE, les massifs du Djebel Orousse. Sept radiales et une trentaine de dragages (voir fig. 17) délimitent en gros les contours de cette *tache* qui s'allonge en s'amincissant, des abords d'Arzew jusqu'au NW de Mostaganem, à l'emplacement même des *sables externes* de A. Rosfelder. Déjà mises en évidence par cet auteur, les analogies géomorphologiques entre cette zone marginale et les reliefs profonds des plateaux oranais se trouvent renforcées, comme nous le verrons, par la similitude des couvertures sédimentaires.

Plus isolé à l'Est par les vases argileuses du delta du Chélif, un ensemble de vases à organogène grossier d'allure et de composition très particulières crée une dernière enclave de formations organogènes profondes entre Cap Ivi et le Kef el Asfer.

Plus sur la côte enfin, sur la bordure littorale du golfe, on retrouve du cap Carbon jusque vers Mostaganem, une alternance de sables terrigènes et de sédiments mixtes ou purement organogènes, sables ou vases. Les sables organogènes caractérisent de préférence les fonds les plus accidentés (littoral du cap Carbon au port d'Arzew et ride anticlinale de Port-aux-Poules) ; mais ils dessinent aussi une mince ceinture au contact des vases de la plate-forme. Au-delà de Mostaganem, la sédimentation côtière redevient entièrement terrigène et les sédiments biogéniques n'y jouent aucun rôle.

En ce qui concerne la côte, on sait depuis les travaux de Y. Gourinard (1958) qu'elle est abrupte et rocheuse tout autour des *horsts* secondaires du massif d'Arzew, puis qu'elle s'aplanit très rapidement dans le bassin de l'Habra avec toutefois un léger surélèvement à Port-aux-Poules (ride anticlinale des Hamyans à Port-aux-Poules) qui laisse apparaître des marnes bleues néogènes sous les dalles disloquées d'âge tyrrhénien où sont installés des berbiers à posidonies. Les dunes et les terrasses quaternaires (trottoirs à *Lithophyllum tortuosum*) alternent jusqu'à Mostaganem puis la côte se relève à nouveau en falaises, faites cette fois-ci de marnes néogènes croulantes, où se découpent de petites criques notamment devant le Djebel Dis. Devant le Chélif, s'étend tout un ensemble de dunes plus ou moins mobiles qui marque l'avancée vers le large du système deltaïque émergé.

A première vue le golfe d'Arzew paraît donc nettement moins hétérogène que le golfe d'Oran tant sur le plan géomorpbologique que sur le plan sédimentologique. En réalité, il apparaît que plus l'on s'éloigne du massif d'Arzew et plus l'allure du précontinent et la nature de sa couverture meuble deviennent différentes. A une sédimentation foncièrement calcaire et organogène, fait place peu à peu un ensemble de matériaux de plus en plus argileux, donnant de nouveaux types de sédiments et dénotant l'influence d'un *envasement* plus intense et plus général.

L'analyse détaillée des sables et vases calcaires permet de bien souligner cette évolution de plus en plus sensible vers le cap Ivi, frontière naturelle du Précontinent oranais.

(1) Voir thèse de Y. Gourinard (1958).

Source : MNHN, Paris

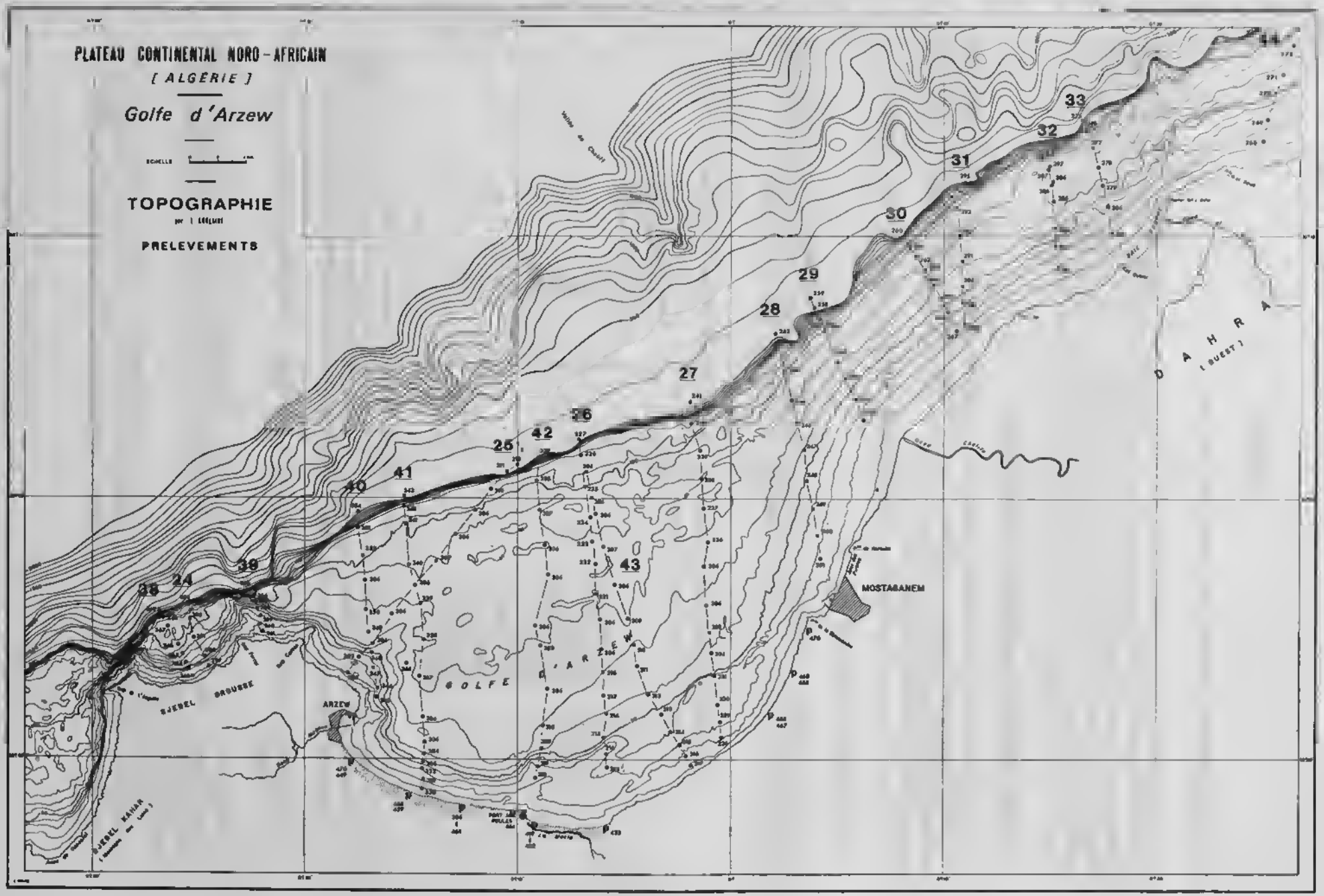



FIG. 17. — Carte de localisation des prélèvements dans la baie d'Arzew.

Source : MNHN, Paris

## 2 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU GOLFE D'ARZEW.

Ils possèdent les mêmes caractéristiques que leurs homologues oranais. On en donnera donc une description rapide en insistant surtout sur les quelques différences marquantes. Comme pour le golfe d'Oran, on suivra cette description sur une esquisse au 1/150 000 des divers faciès (plan II) et à l'aide d'une série de radiales. La densité des dragages étant relativement plus faible, on retiendra que cette esquisse ne peut donner qu'une idée générale de la sédimentation organogène actuelle dans ce secteur et qu'elle devra être complétée par de nouvelles missions avant d'être tout à fait fidèle.

### a) Les sédiments organogènes à Algues calcaires.

Les sables et vases à Algues calcaires constituent la majeure partie (au moins les trois quarts) des formations organogènes reconnues en baie d'Arzew. Leurs gisements couvrent deux zones bien distinctes : la plus petite s'étend sur les surfaces rocheuses de la bordure littorale, la plus vaste caractérise les reliefs mous du large (voir plan II).

Les thalles recueillis appartiennent encore presque tous au groupe des formes arbusculaires.

#### *Les formations littorales.*

Ce sont des *maerls* très grossiers, graveleux, dont la texture et la composition sont à peu près analogues à celles des maerls oranais. Leur phase coquillière présente, cependant, une importance généralement plus élevée avec des proportions souvent comprises entre 5 % et 10 %.

TABLEAU V

*Comparaison de la composition des maerls côtiers d'Oran et d'Arzew*

| | Maerl Oranais | Maerl d'Arzew |
|---|---|---|
| | 0.138 | 0.346 |
| Débris Bioclastiques | 22 % | 37 % |
| Algues calcaires | 55 % | 46 % |
| Bryozoaires | 1 % | 4 % |
| Lamellibranches | + | 2 % |
| Gastéropodes | 2 % | 4 % |
| Echinodermes | + | 1 % |
| Hexacoralliaires | | |
| Foraminifères | + | + |
| Terrigène grossier | 19 % | 5 % |
| Phases pélitiques et fines | + | + |

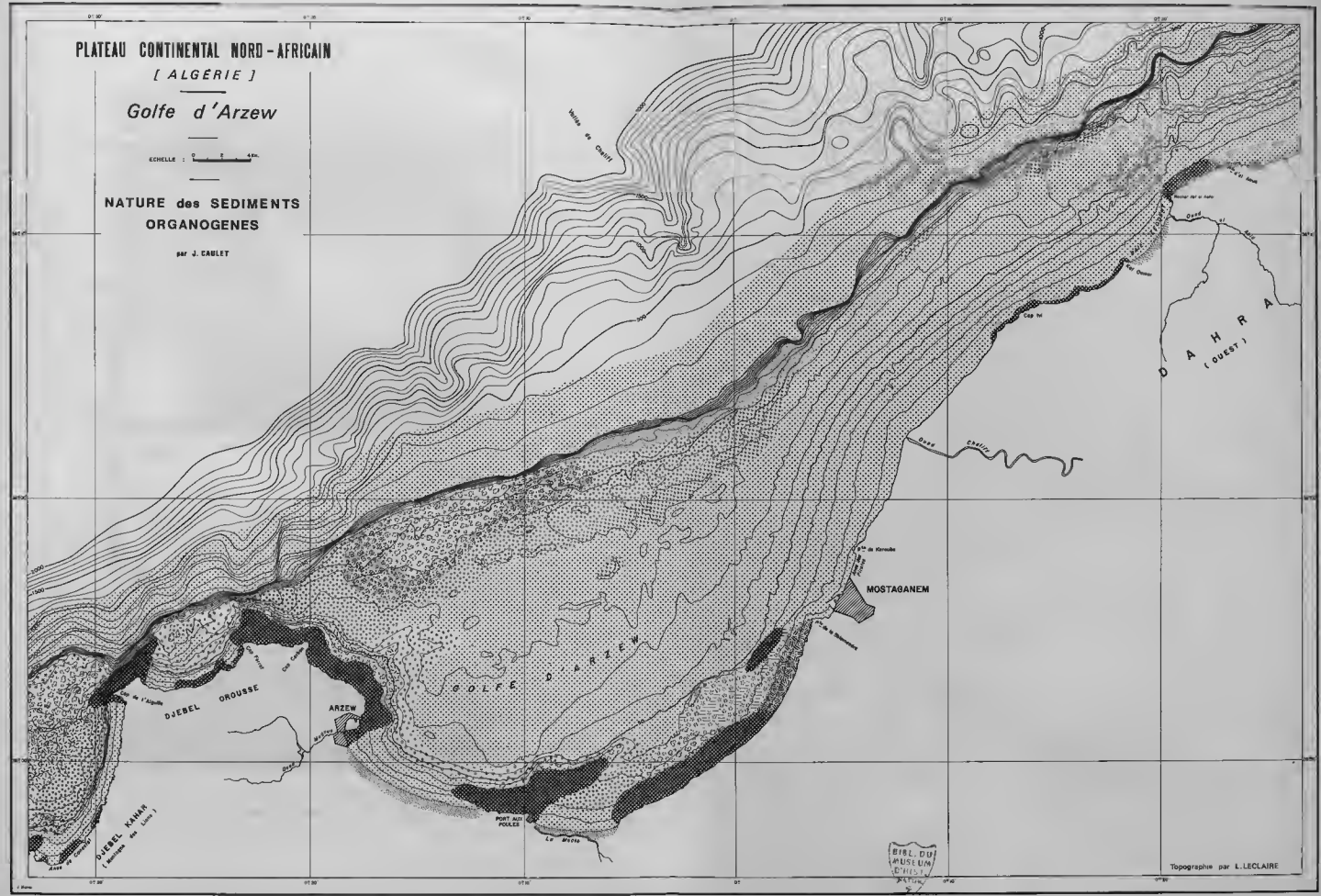
Les thalles bien ramifiés des Lithothamniées habituelles forment la majorité de la phase granulométrique grossière; les nodules et débris crustacés demeurent peu nombreux : 1/5 au mieux de la fraction *Algues calcaires*. Ces débris encroûtants paraissent plus fréquents vers la frange profonde de ces dépôts phycogènes littoraux, juste avant l'apparition des sables à Bryozoaires (O.359, O.347, voir O. 40 fig. 18).

Les spécimens vivants sont partout abondants et témoignent d'une intense prolifération actuelle de la flore algale.

*Répartition.* — Sur la bordure littorale du golfe, les gisements de *maerls* s'étirent tout autour du Djebel Orousse d'une part, sur la ride sous-marine de Port-aux-Poules et les herbiers de la Stidia d'autre part. Par contre, au-delà de Mostaganem, vers Cap Ivi, les roches côtières ne sont pas entourées d'une sédimentation phycogène étendue.

Du cap Ferrat au port d'Arzew, les thalles de Lithothamniées s'accumulent en masse dans les creux des rochers accidentant le talus de la bordure, entre — 30 m et — 50 m (voir fig. 18). Leur nombre devient beaucoup moins élevé vers les niveaux plus superficiels (— 15 à — 20 m) où les sédiments dé-

Source : MNHN, Paris




## LEGENDE

### NATURE des SEDIMENTS ORGANOGENES

- Sables organogènes à algues calcaires
- Vases organogènes à algues calcaires
- Sables organogènes à bryozoaires
- Vases organogènes à bryozoaires
- Sables organogènes à coquillier
- Vases organogènes à coquillier
- Sables organogènes à foraminifères
- Vases organogènes à foraminifères
- Sables organogènes à bioclastique
- Vases organogènes à bioclastique

### NATURE des SEDIMENTS ORGANO-TERRIGENES

- Sables organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à bryozoaires
- Sables organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à coquillier
- Vases organo-terrigènes à foraminifères

### DIVERS

- Sédiments terrigènes
- Affleurements du substratum rocheux
- Isobathes

Source : MNHN, Paris

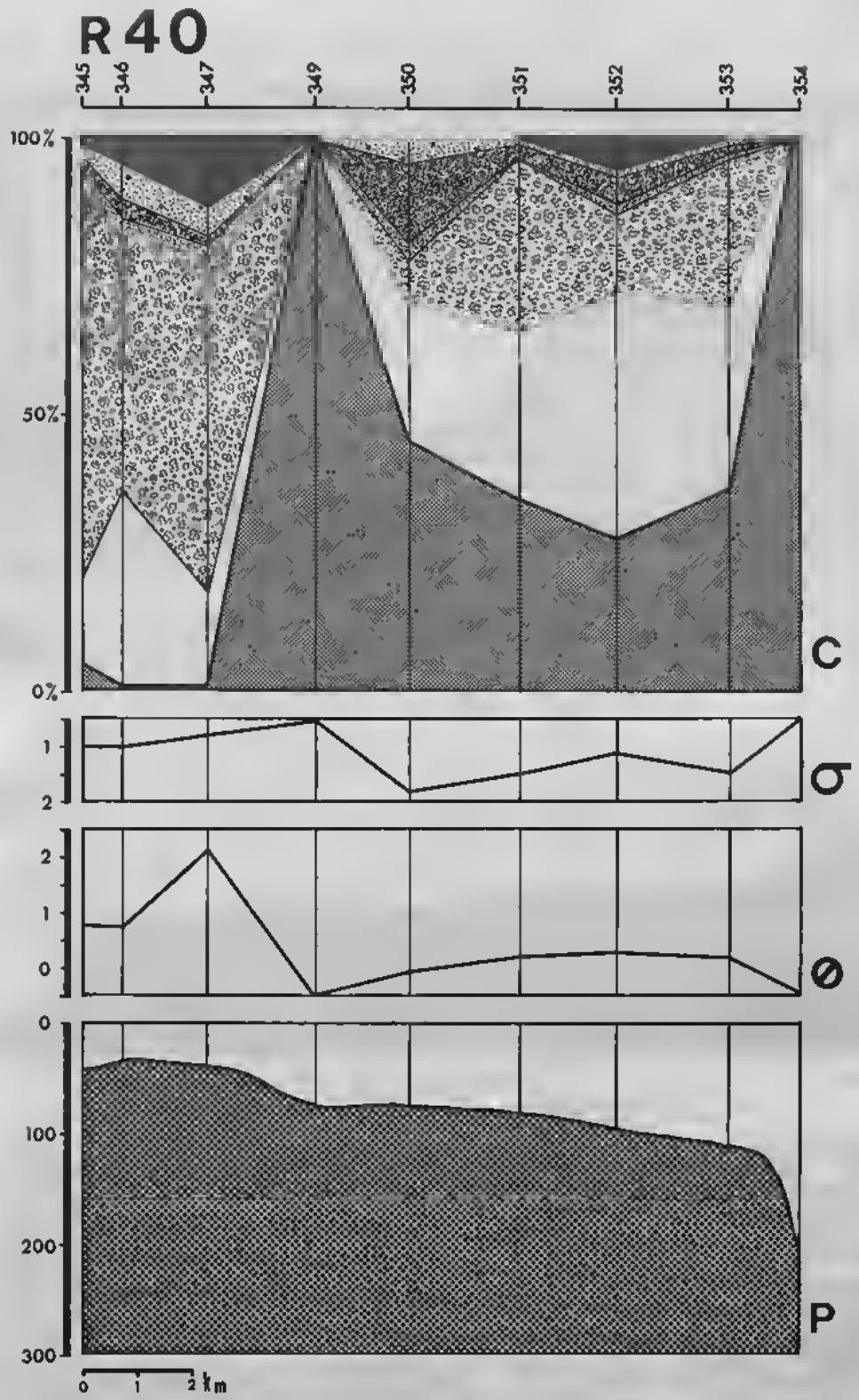



Fig. 18. — Radiale R. 40. Devant le port d'Arzew.



Source : MNHN, Paris

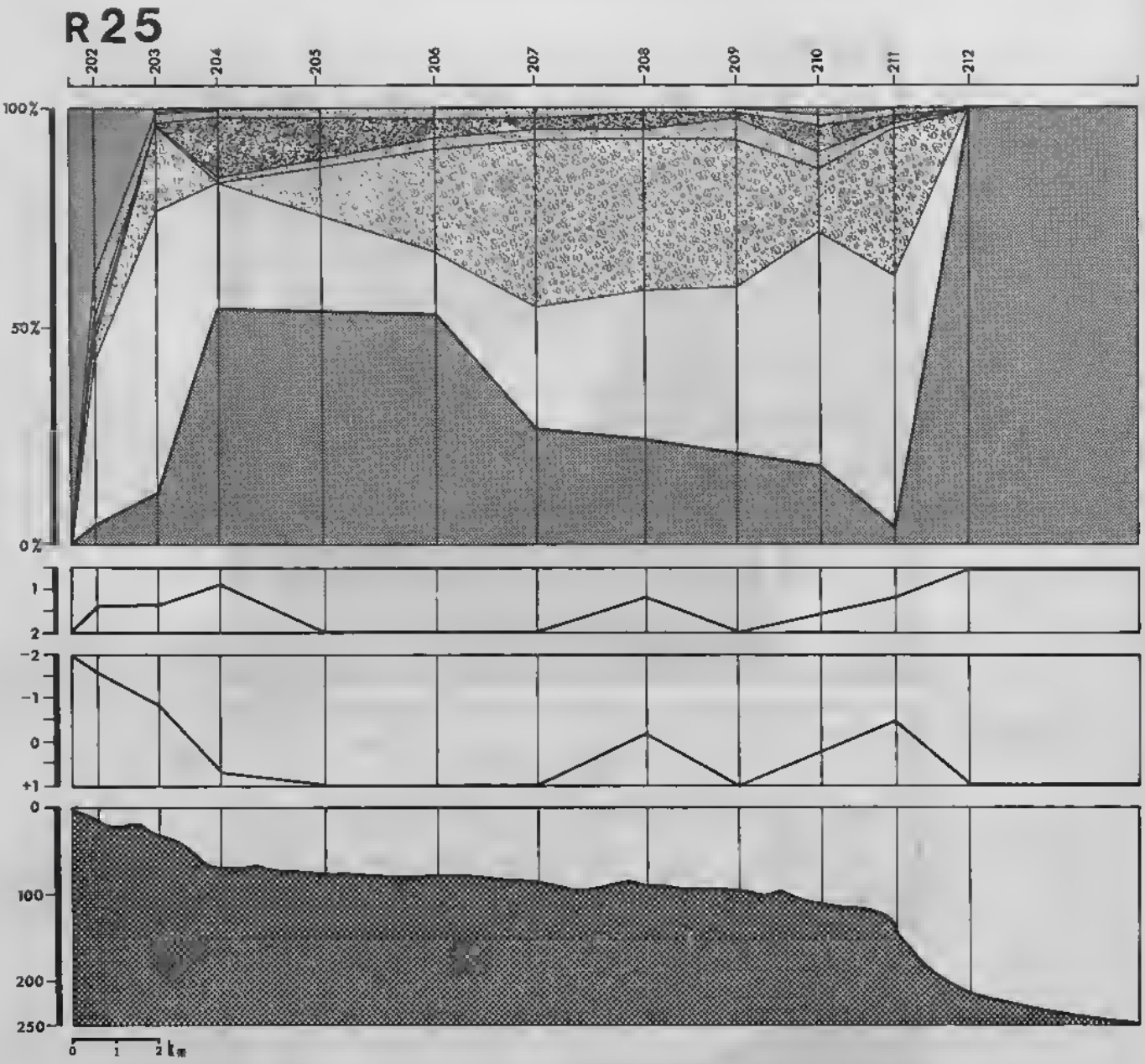



FIG. 19. — Radiale R. 25. Devant la plage de la Fontaine des Gazelles.

tritiques grossiers constituent un revêtement meuble généralement peu épais (observations personnelles en plongée). Ces mêmes graviers représentent, d'ailleurs, la majeure partie de la phase terrigène incluse dans les *maerls* voisins. La décalcification des phases granulométriques moyennes et fines de ces derniers montre, en effet, que la fraction insoluble y joue un rôle à peu près nul. Bien qu'on ne puisse cependant conclure à l'absence complète des particules terrigènes fines (les terrains côtiers soumis à l'érosion marine sont des calcschistes altérés, délités en débris pulvérulents), l'importance très réduite de la phase granulométrique moyenne et le défaut d'une phase purement pélitique indiquent, comme d'ailleurs la dimension très petite des écarts-types, que les maerls d'Arzew tapissent des fonds balayés aussi par des courants assez vifs.

Les *maerls* de Port-aux-Poules et de la Stidia présentent une composition plus facilement identifiable à celle des *maerls* des Audalouses ou de Bouisseville. Leur phase granulométrique moyenne, notablement plus forte qu'à Arzew, comporte ainsi jusqu'à 12 % de petits quartz plus ou moins émoussé-luisants, arrachés sans doute aux dalles de grès quaternaires sur lesquelles sont installés les herbiers côtiers (J. CAULET, 1964). Ces *maerls*, peu étendus, ont comme trait particulier de posséder une teneur relativement

Source : MNHN, Paris

élevée en débris coquilliers : plus de 10 % de valves de Lamellibranches et de coquilles de Gastéropodes littoraux. Cette importance assez peu commune de la teneur en coquilles doit probablement résulter de la proximité des atterrissements fins déposés sur cette portion du rivage par les crues de l'Oued Macta. A son embouchure, on peut draguer, en effet, les seules vases organogènes à coquillier de la bordure littorale oranaise.

*Les formations profondes.*

Les sédiments organogènes à Algues calcaires du large donnent un cachet très original à la couverture meuble calcaire du golfe d'Arzew, car loin d'être restreints en d'étroits gisements discontinus, ils couvrent en fait tous les reliefs mous qui précèdent de —90 m à —120 m les premières pentes du glacis continental (voir plan II).

Ce sont des sables et des vases dont la texture est assez uniforme et analogue à celle des maerls profonds d'Oran. Les sables sont, en général, plus graveleux que leurs homologues oranais, avec des phases granulométriques grossières ($d > 0{,}500$ mm) très importantes : de 75 à 85 % du matériau (voir radiale n° 25, fig. 19).

Les vases beaucoup moins riches en particules grossières (de 50 % à 69 % seulement) possèdent néanmoins des diamètres moyens supérieurs à 1 mm. Leur hétérogénéité est communément élevée ($\sigma > 2$, Unités $\Phi$).

D'une façon générale, ces sables et vases à Algues calcaires du large ont cependant des diamètres moyens bien inférieurs à ceux des maerls côtiers car leurs phases granulométriques fines sont plus fournies, les phases pélitiques ne dépassant toutefois la proportion minime de 10 % que dans les vases proprement dites où le taux d'argile oscille entre 10 et 15 %.

On peut voir cependant que les courbes cumulatives propres aux deux groupes de sédiments calcaires sont à peu près identiques (voir figure 20).

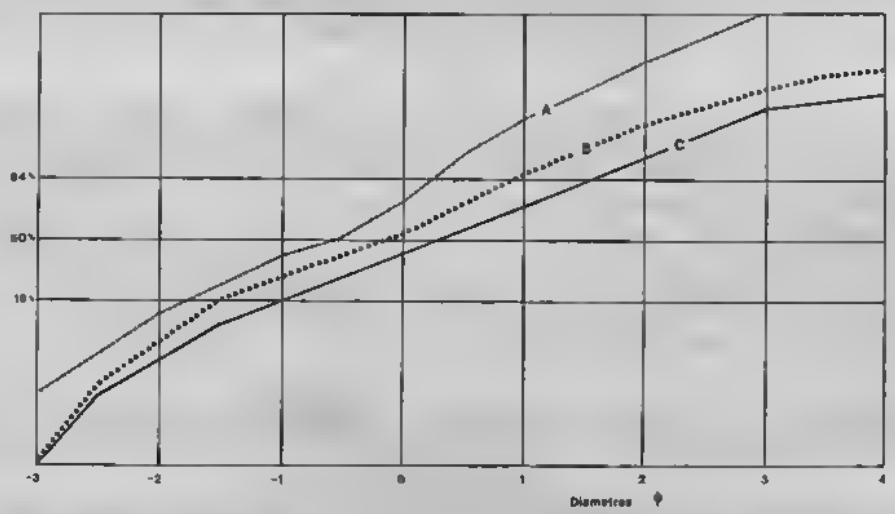



FIG. 20. — Courbes cumulatives de quelques sédiments organogènes du golfe d'Arzew. A = Maerl côtier; B = Maerl profond; C = Sable organogène à Coquillier. Ordonnées gaussiennes, abscisses logarithmiques.

C'est que la composition de ces sédiments à Algues du large est quasiment analogue à celle des maerls côtiers. Elle affecte même avec la composition des sables phycogènes oranais de semblables différences; à savoir l'importance de la fraction coquillière. Celle-ci est ainsi beaucoup plus forte qu'au large d'Oran. Les débris de thalles sont aussi beaucoup plus nombreux puisque leur accumulation constitue de 7 à 35 % du sédiment avec une proportion moyenne comprise entre 20 et 25 %. De ce fait, la proportion des débris bioclastiques diminue d'autant et les sédiments à algues profonds d'Arzew apparaissent comme bien moins *clastiques* que les oranais.

Les éléments terrigènes sont en contrepartie bien moins fréquents dans la phase granulométrique grossière et je n'ai pu en observer que dans 6 échantillons sur 16. Ils n'abondent pas non plus dans les phases moyennes, la fraction insoluble apparemment importante des vases étant en réalité composée

Source : MNHN, Paris

de moules glauconieux de Foraminifères. La phase pélitique renferme, à côté de l'argile, quelques rares minéraux dont le poids reste le plus souvent négligeable et dont la nature (quartz et micas surtout) demeure analogue à celle des autres minéraux recueillis dans les vases terrigènes voisines (1).

Comme devant Oran, les thalles recueillis dans ces sédiments appartiennent tous au groupe des formes ramifiées et on peut ainsi ranger ces sables et ces vases dans la catégorie des *maerls profonds*. Leur position pose les mêmes problèmes qu'à Oran car aucun thalle vivant n'a été retrouvé et tous les fragments isolés sont petits, usés et parfois épigénisés. De la même façon, les profondeurs où ces thalles ont été prélevés s'échelonnent entre —90 m et —120 m.

b) **Les sédiments organogènes à coquillier.**

*Loin de s'étaler sur toutes les surfaces planes ou déprimées de la plate-forme continentale, les sables et vases organogènes à coquillier du golfe d'Arzew se restreignent en une large « auréole » centrée sur la vasière centrale.* Cette auréole se prolonge sur les plans doucement inclinés de la bordure littorale et les sédiments à coquillier occupent, au large des plages, la place des *maerls* grossiers rassemblés devant les petits fonds rocheux (voir plan II).

Plus riches en coquilles de grandes dimensions également mieux conservées, ces sédiments d'Arzew méritent, mieux que leurs homologues oranais, l'appellation de *coquillier* que leur confèrent les cartes marines.

Bien que les teneurs en argile soient variables et qu'on puisse ainsi distinguer des sables et des vases, la composition et la texture de presque tous les échantillons ramenés (2) sont à peu près uniformes.

> Les sables demeurent parmi les plus fins des sédiments organogènes locaux mais montrent parfois, par comparaison avec ceux d'Oran, une fraction grossière un peu plus développée (voir O. 305 et O. 344, radiales O. 26 et O. 41 en particulier). Cela confère à leurs diamètres-moyens des valeurs un peu plus élevées, mais les courbes cumulatives sont inchangées (voir fig. 20), car les écarts-types et l'ordre d'importance des phases granulométriques restent immuables.

*La composition* de la phase granulométrique grossière est, elle aussi, à peu près semblable à celle des formations coquillières de la baie d'Oran, (voir O.344, tableau VI). Elle en diffère légèrement par quelques caractères bien particuliers; des débris d'Algues calcaires sont, en effet, répandus dans quelques échantillons avec une proportion moyenne comprise entre 5 % et 10 % et l'ampleur des accumulations de coquilles atteint jusqu'à 30 % du sédiment (ce qui reste exceptionnel pour tout le précontinent algérien). Encore faut-il rappeler que seuls les débris reconnaissables ont été comptabilisés, ceux qui existent indéniablement dans la fraction bioclastique ne pouvant être recensés avec certitude. A ce propos, il faut remarquer que le nombre de ces derniers doit être relativement important car le volume des débris bioclastiques diminue systématiquement lorsque celui du *coquillier* augmente.

Dans le golfe d'Arzew, la fraction bioclastique ne représente jamais plus des deux tiers des sédiments organogènes à *coquillier* qui sont, comme les *maerls* du large, moins *clastiques* que ceux d'Oran.

Si le pourcentage des tests de Gastéropodes reste inchangé, celui des coquilles de Lamellibranches s'accroît dans de notables proportions et leurs valves entières ou fragmentées forment souvent de 10 % à 20 % du matériau. Celles des Dentales semblent également plus fréquentes sans qu'on puisse toutefois évaluer cette augmentation qui demeure ainsi très minime. Les Brachiopodes sont toujours rarissimes.

Les phases granulométriques moyennes des sédiments organogènes à Coquillier renferment le même assortiment de fines coquilles et débris divers, mais l'importance des Foraminifères diminue considérablement (leur proportion ne dépasse pas la valeur de 3 %). Un bon nombre de leurs tests sont d'ailleurs bourrés de glauconie et leurs moules participent pour l'essentiel à l'édification de la fraction insoluble du sédiment.

(1) Une analyse détaillée de la nature de ces minéraux est donnée dans le mémoire de L. Leclaire.
(2) Les Sables : O. 204, O. 226, O. 300, O. 302, O. 305, O. 333, O. 338, O. 344, O. 364.
Les Vases : O. 213, O. 239, O. 326, O. 350, O. 367.

Source : MNHN, Paris

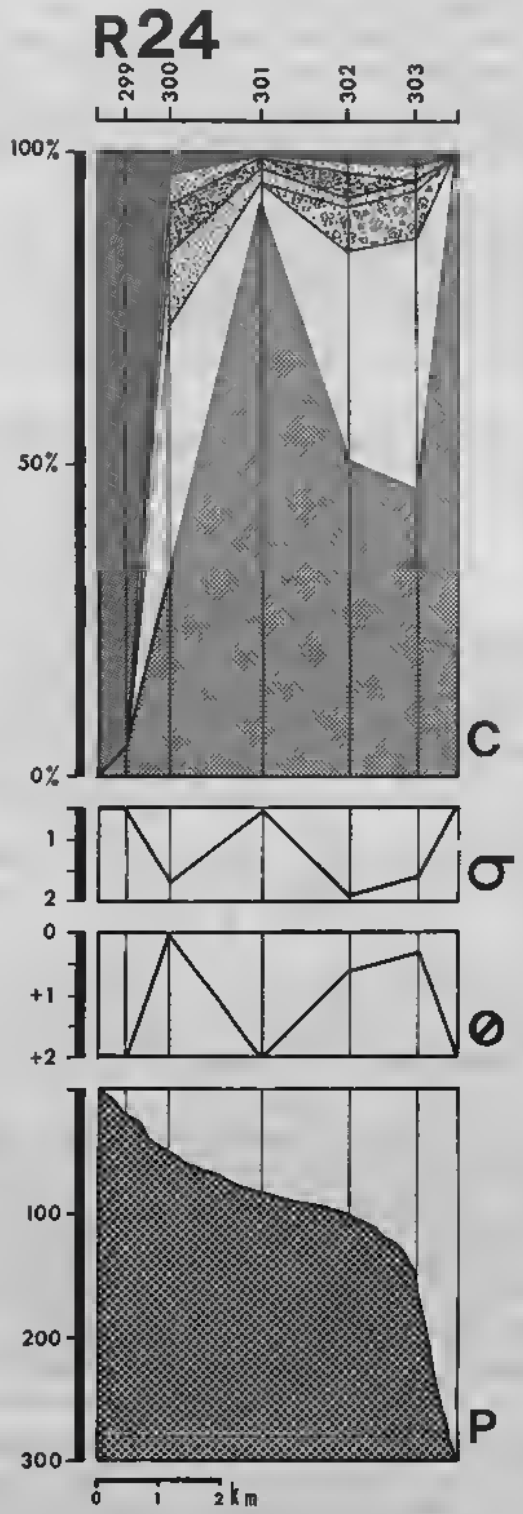



Fig. 21. — Radiale R. 24. Devant le cap Ferrat.

Source : MNHN, Paris

Cette dernière compte, il faut le souligner, parmi les plus fortes que l'on ait pu mettre en évidence dans les sédiments organogènes du golfe d'Arzew. Elle atteint ainsi des proportions peu éloignées de celles que les sédiments mixtes, que nous allons voir, présentent. Cette évolution est particulièrement sensible en ce qui concerne les sables et vases à Coquillier que nous avons draguès sur l'étroite corniche qui va du cap Ferrat au cap de l'Aiguille. Ces sédiments comportent, en effet, une fraction insoluble égale à 10 % ou 25 % du poids total (voir radiale O. 24, fig. 21) mais aux moules glauconieux s'ajoutent de très nombreux minéraux (quartz et micas altérés), ces derniers prédominant près de la côte.

Il en va de même dans la baie d'Arzew où la fraction insoluble devient purement terrigène et plus importante au fur et à mesure que l'on se rapproche de la côte (voir radiale n° 41, fig. 22).

*Ainsi, tout accroissement notable de la phase terrigène fine apparaît lié, pour les sédiments organogènes à Coquillier du secteur, à l'existence d'apports littoraux, de plus en plus intenses près de la côte.*

TABLEAU VI

*Composition de quelques sédiments organogènes à coquillier d'Arzew*

| Echantillons n° | 0.344 | 0.367 | 0.213 |
|---|---|---|---|
| | Sable à Coquillier de Plate-forme | Vase à Coquillier de Plate-forme | Vase à Coquillier littorale |
| Phase granulométrique grossière | 79 % | 59 % | 24 % |
| Phase granulométrique moyenne | 16 % | 27 % | 46 % |
| Phase granulométrique fine et pélitique | 5 % | 14 % | 30 % |
| Débris Bioclastiques | 49 % | 58 % | 57 % |
| Algues calcaires | + | 4 % | 3 % |
| Bryozoaires | 5 % | 4 % | t % |
| Lamellibranches | 24 % | 4 % | 6 % |
| Gastéropodes | 6 % | 2 % | + |
| Echinodermes | + | 1 % | + |
| Foraminifères | 2 % | 3 % | t % |
| Ostracodes | 1 % | 1 % | + |
| Terrigène grossier | 7 % | 8 % | t % |

Les phases pélitiques (1) des sédiments à coquillier sont surtout formées de plaquettes d'argiles (2) et de débris calcaires fins d'origine indéfinissable. Les nanoorganismes, et en particulier les Coccolithes, sont très rares et bien connus (actuels). Il y a très peu de Diatomées et de Radiolaires.

Les fluctuations d'importance de la phase pélitique c'est-à-dire finalement de la teneur en argiles sont en rapport avec la proximité ou l'éloignement des vasières. Plus l'échantillon est loin, plus la teneur en argile est faible. Un quadrillage resserré de l'auréole coquillière du golfe fournirait ainsi toute la gamme possible des sédiments intermédiaires entre les sables à Coquillier du rivage ou du large et les boues calcaires de la vasière centrale.

*Les vases organogènes à coquillier de Port-au-Poules* sont un cas particulier. Elles ont été draguées vers —30 m devant la plage de la Macta entre Port-au-Poules et le Marabout de Sidi Mansour (3).

*Leur texture* est différente de celle des vases à coquillier de la plate-forme dans la mesure où la phase granulométrique grossière est très réduite par rapport à la phase moyenne ou même à la phase pélitique. Le sédiment n'affecte plus ainsi l'allure très hétérogène d'un sable grossier emballé par une masse de particules pélitiques et son mode de formation est donc dissemblable (voir tableau VI).

(1) Elles ont été longuement étudiées au Microscope Stéréoscan.
(2) Une analyse complète des argiles est donnée dans le mémoire de L. LECLAIRE.
(3) Un seul échantillon a pu être ramené : O. 213, radiale n° O. 2.

Source : MNHN, Paris

*La composition* est elle aussi très particulière dans la mesure où les éléments biogènes identifiables sont très peu nombreux et où les débris bioclastiques assurent l'essentiel de la phase sableuse calcaire.

Les fragments de thalle sont, de plus, tous morts, épigénisés et seules les coquilles de Bivalves provenant d'espèces adaptées à ces petits fonds vaseux sont présentes et intactes.

Tout montre enfin que la fraction calcaire de ces vases a plus d'affinité avec les divers matériaux bioclastiques que nous avons décrits sur la bordure littorale oranaise qu'avec les fractions calcaires biogènes des vases de la plate-forme.

On pourrait donc en déduire qu'une bonne partie de ces vases provient d'apports littoraux, mais comme leur teneur en pélites est trop forte pour que les particules bioclastiques puissent être en même temps roulées, façonnées et déposées, *il apparaît finalement que ces sédiments ne peuvent résulter que d'un « envasement » d'anciens sables bioclastiques littoraux, envasement probablement dû aux déjections de l'Oued Habra.* Comme la sédimentation terrigène fine n'a pas encore complètement masqué l'ancien fond, on peut penser que cet envasement, comme celui des maerls de Kristel, est très récent.

*En définitive, ces observations montrent que les sables et vases à Coquillier du golfe d'Arzew sont, comme ceux d'Oran, des faciès de transition; de là, vient la diversité de leurs textures, de leurs compositions, et de leurs modes de formation.*

### c) Les sédiments organogènes à bryozoaires.

Ils sont bien moins répandus que sur les plates-formes oranaises et ne forment même pas de véritables gisements. Ils paraissent réduits à d'étroites enclaves situées au voisinage immédiat des formations à Algues calcaires mais leur présence demeure néanmoins liée à la proximité de fonds accidentés, c'est-à-dire d'un substratum rocheux affleurant sans doute dans bien des cas (voir plan II).

3 échantillons seulement ont été ramenés qui peuvent, selon leur texture, être divisés en sables et vases.

*Les sables organogènes à Bryozoaires* (1) proviennent uniquement des pentes abruptes et rocheuses qui prolongent entre —60 et —80 m les fonds superficiels de la bordure littorale du massif d'Arzew.

*Leur texture* est en général identique à celle de leurs homologues oranais : les diamètres moyens oscillent en effet entre 1,150 et 1,250 mm, l'hétérogénéité est forte ($1{,}50 > \sigma > 1{,}00$ unités $\Phi$) et les médianes varient comme les moyennes. De la même façon, les fractions grossières constituent plus de 70 % du matériau à elles seules et l'importance de la fraction fine est négligeable.

*Leur composition* n'est pas plus différente et ressemble dans ses grandes lignes à celle des formations oranaises. Il semble toutefois que la teneur en Algues calcaires soit particulièrement plus élevée (jusqu'à 33 % en O.348) ainsi que celle en coquilles. Si les débris d'Echinodermes sont retrouvés en aussi faible quantité, ceux des Hexacoralliaires et les Brachiopodes manquent souvent. Les Foraminifères demeurent peu nombreux. La fraction terrigène paraît au contraire plus élevée, sans atteindre toutefois plus de 2 %.

*Les vases organogènes à Bryozoaires* sont plus rares et je n'ai pu en draguer qu'en une seule station : O.327 (radiale O.42), sur les reliefs mous qui annoncent vers —86 m le rebord du plateau continental au Nord de Port-au-Poules.

Leur texture et leur composition sont très voisines de celles des vases à Algues calcaires qui les entourent.

La phase granulométrique grossière est ainsi très importante (68 % de l'échantillon) tandis que la phase pélitique, surtout argileuse, ne dépasse pas 12 %.

(1) Ce sont : O. 348 (radiale O. 40) et O. 357 (radiale O. 49), voir fig. 17.

Source : MNHN, Paris

De même, la proportion des thalles est très voisine de celle des colonies :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 47 % |
| Algues calcaires | 10 % |
| Bryozoaires | 18 % |
| Lamellibranches | 5 % |
| Gastéropodes | 3 % |
| Echinodermes | + |
| Foraminifères | 2 % |
| Ostracodes | + |
| Terrigène grossier | 1 % |
| Pélites | 12 % |

et tous les thalles sont morts et de nature arbusculaire.

*En définitive*, le nombre de colonies demeurant très restreint dans presque tous les sédiments de la plate-forme d'Arzew, et les véritables formations à Bryozoaires caractérisant uniquement les seules zones accidentées disponibles, il semble déjà bien établi que, *sur le précontinent oranais, les sédiments organogènes à Bryozoaires typiques ne sont installés que sur les fonds durs, rocheux, à profondeur moyenne et non soumis à une sédimentation terrigène fine.*

Les vases à Bryozoaires d'Arzew qui ont une composition particulière ne peuvent être rangées parmi ces sédiments et leur mode de formation doit être particulier. C'est ce que nous confirmera l'analyse des thanatocoenoses.

### 3 — LES SÉDIMENTS ORGANO-TERRIGÈNES DU GOLFE D'ARZEW.

*Contrairement à ceux du golfe d'Oran, ces sédiments couvrent dans le golfe d'Arzew de grandes surfaces et caractérisent de préférence les secteurs profonds de la plate-forme, situés juste avant les premières pentes du talus continental.* Leur extension devient maximum de part et d'autre du delta du Chélif, devant Mostaganem à l'Ouest, au large du cap Ivi à l'Est (voir plan II).

Sur la bordure littorale même, leurs gisements sont très localisés et les faciès sont très divers.

#### a) Les sédiments mixtes de la bordure littorale.

Je n'ai pu en ramener que deux échantillons, soit un sable grossier à Bioclastique et une vase à Algues calcaires.

***Le sable mixte à bioclastique*** (O.202, radiale O.25) provient des fonds très littoraux (—20 m) du massif d'Arzew. Comme tous les sédiments de cette bordure, il est très grossier, hétérogène et constitué à 95 % de particules dont la taille est supérieure à 0,500 mm.

Des débris bioclastiques très roulés, très usés, composent la majeure partie de la fraction organogène (voir fig. 19) tandis que quelques coquilles de Gastéropodes médio et infralittoraux (Patelles, Troques, Littorines) constituent le gros des particules biogènes identifiables. De rares fragments de *maerl* vif et quelques colonies cylindriques de Bryozoaires complètent ce pauvre assortiment. A signaler cependant la relative abondance (2 %) des piquants et plaques de *Paracentrotus lividus* qui proviennent, comme tout le matériel organogène, des biocénoses installées sur les roches voisines.

Des graviers de calcschistes, arrondis, souvent encroûtés d'algues et analogues à ceux que nous avons déjà décrits dans les *maerls* proches, forment la fraction terrigène, ici calcaire, très importante (37 %) et très grossière.

*Finalement*, bien que sa texture soit tout à fait semblable à celle des *maerls*, l'usure de tous les composants de ce sable, sa teneur en graviers et la nature même des débris organiques indiquent que son accumulation s'est produite sous un régime très différent d'apports littoraux plus denses dans un milieu plus turbulent. Ce sédiment apparaît ainsi comme un terme de passage entre les *maerls* et

Source : MNHN, Paris

les sables et graviers purement détritiques de la plage. Cela explique sans donte son peu d'extension et aussi qu'il puisse être rangé, par son mode de formation, dans la même catégorie que les sables mixtes du Djebel Lindlès.

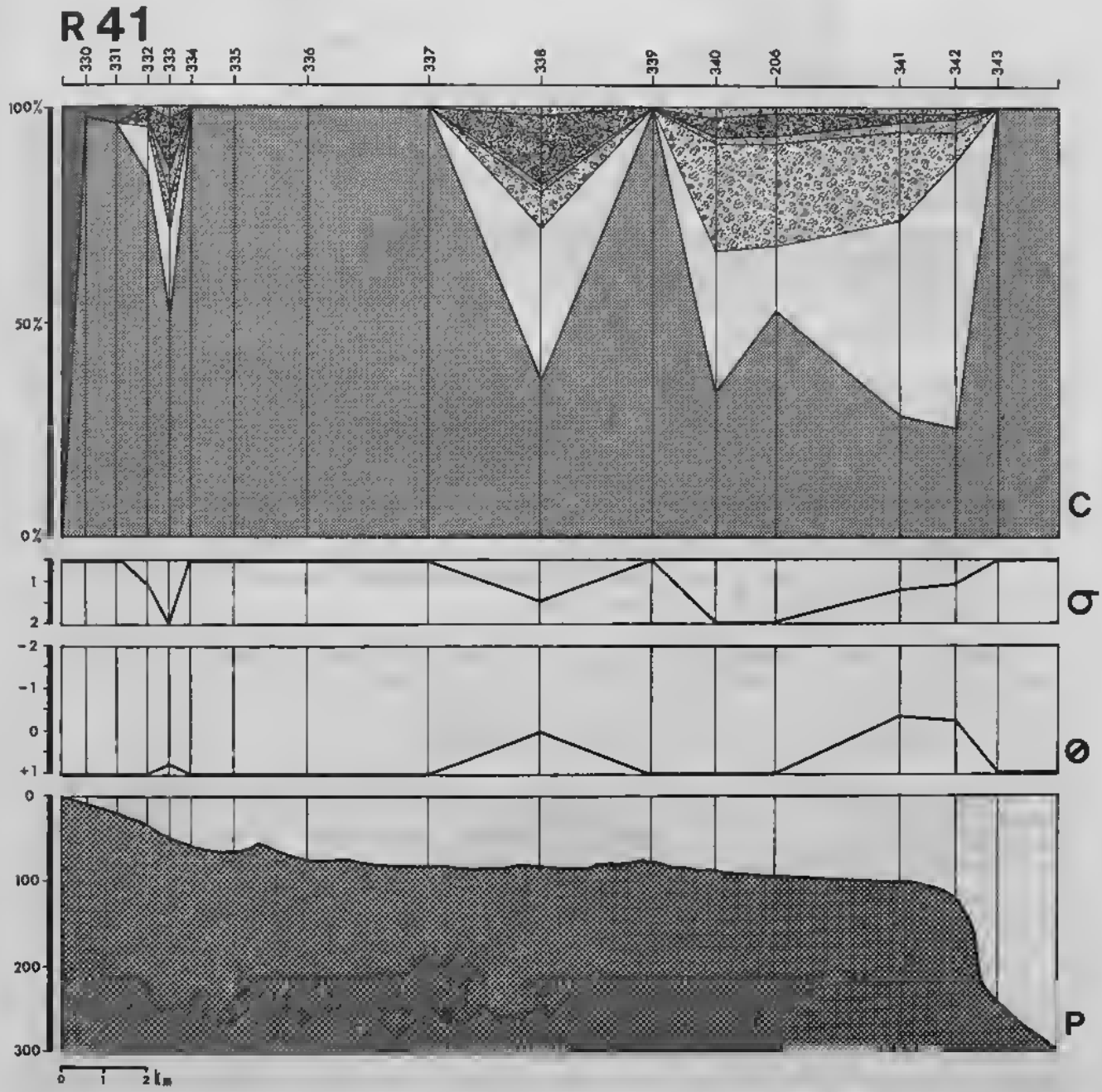



Fig. 22. — Radiale R. 41. Devant la plage de Saint-Leu.

***La vase mixte à Algues calcaires*** (O.228, radiale O.27) a été recueillie à l'Est des herbiers de la Stidia par —22 m également.

*Sa texture* est identique à celle des vases à coquillier décrites devant Port-au-Poules mais sa composition en diffère notamment par une teneur beaucoup plus élevée en débris terrigènes grossiers et en particules organogènes identifiables notamment en Algues calcaires.

Source : MNHN, Paris

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 58 % |
| Algues calcaires | 5 % |
| Bryozoaires | + |
| Lamellibranches | 3 % |
| Gastéropodes | 1 % |
| Echinodermes | 1 % |
| Foraminifères | 4 % |
| Débris terrigènes grossiers | 9 % |
| Pélites | 18 % |

La fraction *terrigène grossier* comporte de nombreux grains de quartz, dont les plus gros sont tous émoussés-luisants ou ronds-mats et quelques débris de chloritoschistes altérés. Tout ce matériel provient de la désagrégation par l'érosion marine des grès de plage tyrrhéniens qui forment l'ossature de cette bordure littorale (A. PERRODON, 1957).

Si la majeure partie de la fraction calcaire est faite de particules bioclastiques (comme dans tous les sédiments organogènes littoraux), les débris de *maerls*, morts et usés, sont suffisamment nombreux pour qu'on puisse classer cette vase parmi les sédiments mixtes à Algues calcaires. Les autres éléments organiques identifiables sont plus rares; ce sont des coquilles déposées sur place (Tellines) ou arrivées des herbiers limitrophes (Troques, Rissoidés).

*En résumé,* cette vase composite qui passe d'ailleurs vers le large à des sédiments encore plus argileux mais de composition analogue, apparaît. de même que le sable précédent, comme un *faciès de transition* entre des sédiments meubles très divers : sables terrigènes fins, accumulations organogènes d'herbiers. vases argileuses de plate-forme.

Mais sa formation, au lieu d'être entièrement *simultanée*, a dû probablement se dérouler en deux temps comme celle de O.213 :

— mise en place des débris bioclastiques grossiers et des maerls sous un régime hydrodynamique turbulent et en l'absence de dépôts argileux;
— envasement du matériel grossier avec installation de biocénoses nouvelles dans un milieu plus calme et sédimentation des coquilles fraîches.

*Ainsi, la vase mixte de la Stidia et la vase organogène de Port-aux-Poules représentent-elles finalement deux termes de l'évolution des dépôts bioclastiques locaux en voie d'envasement.*

b) **Les sédiments mixtes de la plate-forme continentale.**

Ce sont tous des vases où la proportion des pélites et des débris terrigènes fins, siliceux pour la plupart, est très élevée : de 30 à 45 % de l'échantillon. La fraction organogène y représente par conséquent à peine un peu plus de la moitié du matériau et parfois même un peu moins. On passe ainsi progressivement à des vases terrigènes à organogène.

L. LECLAIRE qui a étudié la fraction terrigène, argileuse et sableuse de toutes ces formations (voir son mémoire pour plus de détails), les a classées suivant la prédominance de l'argile ou de la silice en :

— vases calcaréo-argileuses;
— vases calcaréo-siliceuses.

Les premières couvrent une bonne partie de la plate-forme continentale et du rebord continental au N.NW de Mostaganem, où elles encerclent l'avancée des sédiments organogènes profonds d'Arzew.

Les secondes forment des gisements très étroits au large du Dahra, sur l'emplacement même des sables et graviers profonds portés sur les cartes marines, (A. ROSFELDER, 1954). Le premier de ces gisements est circonscrit entre — 90 m et —100 m devant Cap Ivi, le second, plus allongé, occupe les reliefs mons du rebord au droit de la baie de Teddert entre le Kef Oumer et le Kef el Asfer (voir plan II).

***Les sédiments mixtes au large de Mostaganem.***

Ce sont des vases riches en pélites (de 35 % à 45 %) dont la phase granulométrique grossière, uniquement de nature organogène calcaire, est bien moins volumineuse que celle des vases organogènes voisines : elle représente toujours moins de 40 % du sédiment.

Source : MNHN, Paris

Selon la prédominance de l'une ou l'autre des deux principales fractions organogènes identifiables qu'elles renferment, ces vases peuvent être scindées en deux groupes dont les gisements sont d'ailleurs bien distincts :

— les vases mixtes à Coquillier;
— les vases mixtes à Foraminifères.

*Les vases mixtes à coquillier.*

Disposées entre les vases organogènes à Coquillier du large et les vases terrigènes de la plateforme (voir plan II), elles ont toutes les caractéristiques d'un faciès de transition et sont très différentes de celles que nous avons déjà vues sur le plateau des Habibas où la fraction terrigène est sableuse.

3 échantillons ont pu en être ramenés : O. 223, radiale O. 26, O. 238, radiale O. 27 - O. 307, radiale O. 43 (voir fig. 17).

*Leur texture* est moins hétérogène que celle des vases organogènes, comme on l'a dit plus haut, et leur phase pélitique croit au fur et à mesure que l'on se rapproche des vases purement terrigènes (voir tableau VII).

TABLEAU VII

*Composition des sédiments organo-terrigènes profonds du Golfe d'Arzew.*

| | 0.224 | 0.238 | 0.240 | 0.243 | 0.261 | 0.276 | 0.287 | 0.297 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Phase Granulométrique Grossière | 32 % | 23 % | 33 % | 47 % | 37 % | 34 % | 32 % | 31 % |
| Phase Granulométrique Moyenne | 19 % | 26 % | 30 % | 30 % | 29 % | 17 % | 29 % | 17 % |
| Phase Granulométrique Fine et Pélitique | 49 % | 51 % | 37 % | 23 % | 34 % | 49 % | 39 % | 52 % |
| Débris Bioclastiques | 27 % | 32 % | 45 % | 54 % | 44 % | 27 % | 36 % | 32 % |
| Algues Calcaires | 4 % | + | 2 % | 6 % | 2 % | | | 2 % |
| Bryozoaires | 1 % | + | 1 % | + | + | 6 % | 3 % | 2 % |
| Bivalves | 6 % | 5 % | 3 % | 2 % | 4 % | 7 % | 3 % | 2 % |
| Gastéropodes | 3 % | 2 % | + | + | 1 % | 1 % | 1 % | 1 % |
| Echinodermes | + | 1 % | 1 % | + | + | + | + | + |
| Hexacoralliaires | 1 % | | | + | | | | |
| Foraminifères | 5 % | 5 % | 9 % | 11 % | 3 % | 4 % | 5 % | 4 % |
| Ostracodes | | 1 % | + | + | + | + | + | + |
| Spicules d'Eponges | + | | + | | + | + | 1 % | + |
| Terrigène Grossier et Fin | 3 % | 2 % | 1 % | 2 % | 11 % | 5 % | 11 % | 4 % |
| Argiles | 29 % | 24 % | 26 % | 25 % | 17 % | 20 % | 22 % | 25 % |

*La composition* de la fraction calcaire est en revanche semblable à celle des vases organogènes à coquilles. La teneur en coquillier est ainsi relativement élevée par rapport à celle des débris bioclastiques qui constituent néanmoins l'essentiel de la fraction. A noter également le nombre croissant des tests de Foraminifères dont une bonne partie est épigénisée (glauconie) et la présence de fragments de maerl mort, de Bryozoaires et de restes d'Echinodermes.

La fraction terrigène (sablons) se limite à quelques petits quartz fins, en « éclats ». Les microorganismes (Radiolaires, Diatomées) sont quasiment absents, de même que les nannoorganismes.

L'argile mise à part, la composition de ces vases est donc à peu près identique à celle des vases coquillières voisines et la permanence en leur sein de débris de *maerl* et d'autres organismes morts *montre déjà qu'elles résultent comme les précédentes de l'envasement de formations anciennes dont l'analyse faunistique précisera l'origine.*

Source : MNHN, Paris

*Les vases mixtes à Foraminifères.*

Ce sont les premières de ce type que nous rencontrons. Elles ne nous sont connues que par deux échantillons : O. 240 (radiale O. 27), O. 243 (radiale O. 28) et il est donc délicat d'apprécier correctement leur extension. Je ne les ai figurées qu'en un gisement très rétréci autour des deux stations reconnues (voir plan II) mais il est probable qu'elles doivent former une mince bande autour de tous les sédiments organogènes profonds car elles sont, comme les vases à Foraminifères d'Oran, des faciès de transition avec les boues fines du large à Globigérines.

Leur fraction grossière calcaire possède en effet la même composition que celle que nous avons décrite chez les vases organogènes à Foraminifères voisines des maerls profonds d'Oran dont elles ne diffèrent que par l'importance de la phase pélitique qui les fait ranger parmi les sédiments mixtes (voir tableau VII). On peut d'ailleurs remarquer que la teneur en pélites est variable d'un échantillon à un autre et rien n'empêche que des vases à Foraminifères purement organogènes n'existent dans le même périmètre.

Un mot encore sur ces vases pour signaler qu'à l'examen approfondi au microscope électronique à balayage, leurs phases fines et pélitiques sont plus riches en Coccolithes que les autres sédiments du golfe mais sans que la masse de ces nannoorganismes soit vraiment évaluable. Les formes rencontrées sont très communes dans tout le plancton local (J. LECAL, 1954) : *Emiliana huxleyi* (Lohmann) Kamptner, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller...

*Les sédiments mixtes au large du Dahra.*

Tous les échantillons que j'en ai ramenés (1) sont des vases à Coquillier qui, à la différence de celles de Mostaganem, renferment de nombreux débris terrigènes siliceux (quartz surtout) de taille grossière, fine et même pélitique.

Leur texture, leur composition (voir tableau VII), de même que la nature de leurs éléments organogènes reconnaissables ont déjà fait l'objet d'une note préliminaire (J. CAULET et L. REDIER, 1968) en raison de leurs caractères très particuliers et des renseignements qu'ils fournissent sur l'évolution de la sédimentation locale.

La présence, dans ces vases, d'un matériel d'âge plio-quaternaire aussi bien détritique (quartz rond-mats semblables à ceux des dunes fossiles de la côte) qu'organogène (colonies de Bryozoaires (2) inconnus actuellement en Méditerranée, coquilles de Mollusques littoraux mutilées et épigénisées) a pu ainsi être mise en évidence, *ce qui m'a permis de montrer que ces sédiments mixtes sont le produit de l'envasement d'anciens matériaux grossiers d'âge imprécis, mais en tout cas antéflandrien, envasement accompagné comme d'habitude par un enrichissement du fond en coquilles intactes d'origine récente ou actuelle.*

Cet envasement dont le début est délicat à situer (nous y reviendrons après l'analyse des faunes) doit encore se poursuivre. En effet, les cartes marines indiquent, pour le même emplacement, de nombreux gisements de sables et graviers que nous n'avons pu retrouver malgré un nombre relativement élevé de dragages dans le secteur. Comme cette *disparition* ne peut être entièrement attribuée à des erreurs de sonde (lessivages de plomb notamment) (3), il faut donc admettre que l'enfouissement des sables et graviers s'est bien poursuivi depuis les premières opérations de sondage (4), il y a 40 ans. Cela paraît d'autant plus vraisemblable que le véritable responsable de cette évolution (l'Oued Chélif) aurait, selon A. ROSFELDER (1955) un débit annuel de $1{,}7 \cdot 10^9$ m$^3$ et que d'après les calculs de cet auteur, la masse des déjections alimenterait, aux alentours du delta, un accroissement annuel de la couverture pélitique de l'ordre de 7 mm. Dès lors et sans même qu'une telle cadence se soit intégralement, ou de moitié, maintenue depuis l'époque des missions hydrographiques, l'envasement de toute la plate-forme continentale de Mostaganem a dû être assez important.

Quoi qu'il en soit, toutes ces observations sur les sédiments mixtes de la plate-forme ne font que confirmer ce que l'analyse fine des formations organogènes du large nous avait peu à peu suggéré, à

(1) Ce sont : O. 261, radiale O. 30 - O. 276, radiale O. 33 - O. 287, radiale O. 32 et O. 297, radiale O. 32.

(2) Il s'agit d'exemplaires très altérés et épigénisés de *Acanthodesia savartii* forma *delicatula* (Busk) 1859 (voir planche III).

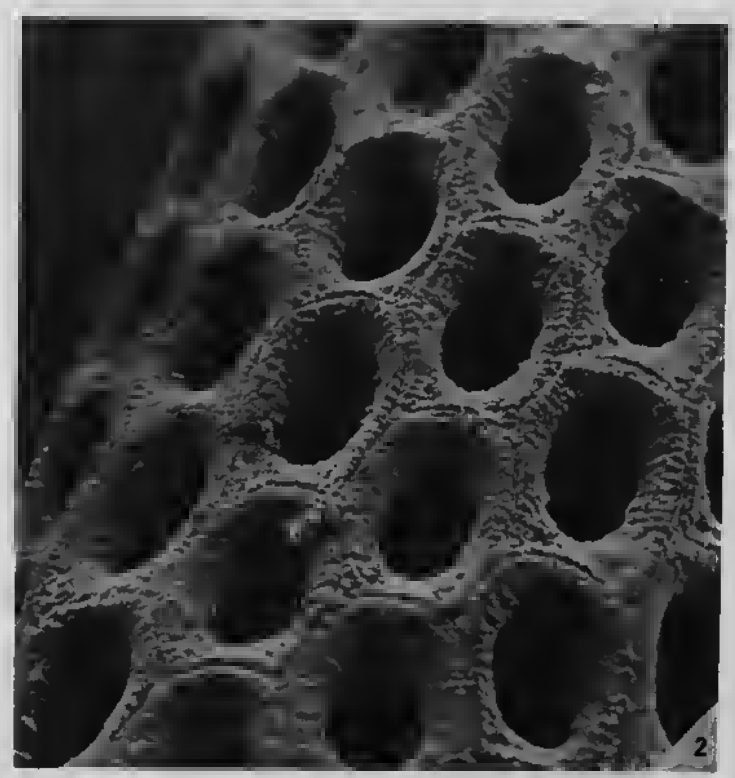
(3) J'ai pu vérifier, comme L. LECLAIRE d'ailleurs, que les notations de fond publiées par le S.H. se sont toujours révélées très concordantes avec nos propres observations dans la majeure partie des stations effectuées aux mêmes endroits.

(4) Elles ont été réalisées par l'Ingénieur Hydrographe DAMIANI en 1930.

Source : MNHN, Paris

*Acanthodesia savartii*
forma *delicatula* (Busk, 1859).

1. × 100;



2. × 50.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

savoir que tous ces matériaux résultent à des degrés divers de l'enrichissement en argiles d'anciens sables calcaires mis en place dans des conditions de milieu très différentes et que *leur imprégnation en débris pélitiques diminue progressivement à partir de la vasière centrale et du delta profond de l'Oued Chélif, dont les apports terrigènes fins apparaissent ainsi comme l'un des facteurs les plus importants qui aient réglé l'évolution de la sédimentation organogène du golfe depuis une période récente.*

## II. — DISTRIBUTION ET NATURE DES FRACTIONS COMPOSANT LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES ORANAIS

La description des sédiments organogènes oranais a permis, dans un premier temps, de distinguer et de caractériser parmi ces derniers toute une série de faciès dont la répartition et la composition sont vite apparues, soit en étroite relation avec les caractéristiques locales du milieu actuel (sables à Bryozoaires, sables à Bioclastique), soit au contraire en total désaccord (*maerl* du large, vases à Bioclastique littorales). Des problèmes précis comme la formation des sédiments profonds à *maerl* ou l'évolution des dépôts de la plate-forme mostaganemoise ont été alors posés.

On a pu voir, de plus, qu'au sein de chaque faciès, et ceci est particulièrement vrai pour les sédiments coquilliers, l'importance d'un grand nombre de fractions était assez variable et cela en fonction de la profondeur, de la nature du substratum ou de l'importance de la phase pélitique... qui sont de grands facteurs abiotiques du milieu.

Pour mettre en évidence de façon plus précise toutes ces variations d'importance (et donc de faciès) et pour définir exactement les facteurs du milieu qui les conditionnent, c'est-à-dire finalement pour mieux reconnaître le mode de formation de chaque type de sédiment organogène, il convient maintenant d'analyser séparément la distribution de l'importance et des divers composants (faunes, flores, éléments détritiques) de chaque fraction.

On sait, en effet, qu'un bon nombre d'espèces tant animales que végétales, ont à l'état vivant des exigences écologiques bien connues et leur présence, rare ou abondante, dans les divers faciès peut témoigner utilement des conditions dans lesquelles ces derniers se sont constitués. Encore faut-il connaître les caractéristiques écologiques des espèces rencontrées ?

De ce point de vue, les populations benthiques du précontinent algérien ont été malheureusement peu étudiées et en particulier aucune étude qualitative semblable à celles qui ont été entreprises par les biologistes d'Endoume ou de Monaco sur les biocénoses de la marge continentale provençale, n'a été réalisée jusqu'à présent. Nos connaissances sur la composition et la répartition des biocénoses installées actuellement sur les fonds meubles algériens sont donc très sommaires. Cependant, comme les nombreuses reconnaissances de faunes — (et je pense, en particulier, aux travaux de P. Pallary, E. Le Danois, R. Dieuzeide, R. Vayssière et G. Fredj) — ont montré qu'en dehors de quelques formes locales, les populations benthiques algériennes renfermaient un grand nombre d'espèces identiques à celles des côtes provençales, et comme les conditions de milieu ne sont pas tellement différentes, on pourra utiliser sans grave risque d'erreur les indications écologiques mises au point par J. Peres et J. Picard en 1963.

Pour chaque *fraction* on envisagera donc deux points essentiels :

— distribution géographique des fortes et des faibles valeurs qui sera, dans la mesure du possible, présentée sous forme de figures simples;
— inventaire concomitant de la composition avec proportion des formes communes ou à signification écologique précise.

Une partie des résultats (à caractère sédimentologique) sera largement mise en valeur dans la conclusion de cette première partie. Les indications plus spécialement *écologiques* feront l'objet d'un développement plus détaillé dans la seconde partie du mémoire.

Source : MNHN, Paris

## A — DISTRIBUTION ET COMPOSITION DE LA FRACTION « LAMELLIBRANCHES »

Sans avoir l'importance fondamentale des Bryozoaires ou des Algues calcaires, les coquilles de Lamellibranches sont nombreuses dans tous les sables et vases à organogène de l'Oranie et elles y représentent en tout cas une part toujours évaluable des particules biogènes identifiables. Cependant, les fractions qu'elles constituent demeurent relativement modestes car elles ne parviennent jamais à former plus du quart du matériau et ce, bien qu'on doive considérer que leur importance est de façon générale plus ou moins sous-estimée. Il est hors de doute, en effet, qu'un bon nombre de débris bioclastiques provienne de la fragmentation et de l'usure (biologique ou mécanique) des coquilles fragiles.

Malgré tout, la distribution et la composition de ces fractions méritent d'être spécialement analysées car leurs volumes et la diversité de leurs composants ne sont pas sans relation avec les conditions de formation des sédiments qu'elles caractérisent. On sait, en effet, que la plupart des Bivalves en Méditerranée actuelle possèdent des besoins écologiques bien connus et sont surtout sensibles à la texture du sédiment-substratum, en particulier au volume de la phase pélitique (J. Picard, 1965).

### 1 — DISTRIBUTION DES FRACTIONS « LAMELLIBRANCHES ».

En ce qui concerne les variations d'importance des accumulations de Bivalves dans les sédiments organogènes, deux esquisses restreintes en raison de la densité des dragages aux baies des Andalouses, d'Oran et d'Arzew, permettent de s'en faire une bonne idée (voir fig. 23 et 24).

On peut tout de suite voir que :

— les zones les plus riches en coquilles de Lamellibranches sont presque uniquement localisées sur les aires planes de la plate-forme continentale à proximité immédiate des fonds à couverture fortement argileuse (vasières). Deux exceptions : le gisement au pied de la bordure littorale des Andalouses et celui du Djebel Santon (baie d'Oran) ;

— les sédiments organogènes de la bordure littorale comme du rebord et de la pente continentale sont généralement pauvres en Bivalves.

Cette disposition est particulièrement marquée dans le Golfe d'Arzew où les fractions coquillières les plus denses (10 à 20 %) se regroupent pratiquement toutes en une auréole à contours très réguliers, centrée autour de la vasière centrale, le nombre des Bivalves diminuant progressivement de part et d'autre, vers les reliefs externes du plateau continental comme vers les premières pentes de la bordure littorale.

En Baie d'Oran, les zones « coquillières » ont une étendue plus restreinte et sont plus spécialement localisées devant la Pointe Canastel où elles caractérisent tous les sédiments plus ou moins riches en pélites. Entre le cap Lindlès et le cap Falcon elles sont plus rares et paraissent confinées sur les surfaces planes de la plate-forme, en contrebas de la bordure littorale et à proximité de la minivasière locale.

Dans le secteur des Habibas, les stations sont très espacées, mais on a pu noter, d'après l'examen des radiales présentées, que les fractions les plus denses sont restreintes également aux fonds plats qui, vers — 70 m à — 80 m, séparent les Iles Habibas du rivage, les coquilles étant très peu nombreuses dans tous les sédiments organogènes avoisinants, exception faite des matériaux tapissant les parois du canyon des Moules, qui en renferment de 5 % à 10 %.

### 2 — COMPOSITION DES ACCUMULATIONS.

Le simple inventaire des espèces recueillies permettrait de comprendre le mode d'accumulation des coquilles. Mais on préfère citer seulement les formes *dominantes* dans les fractions :

— elles précisent leur composition;

Source : MNHN, Paris

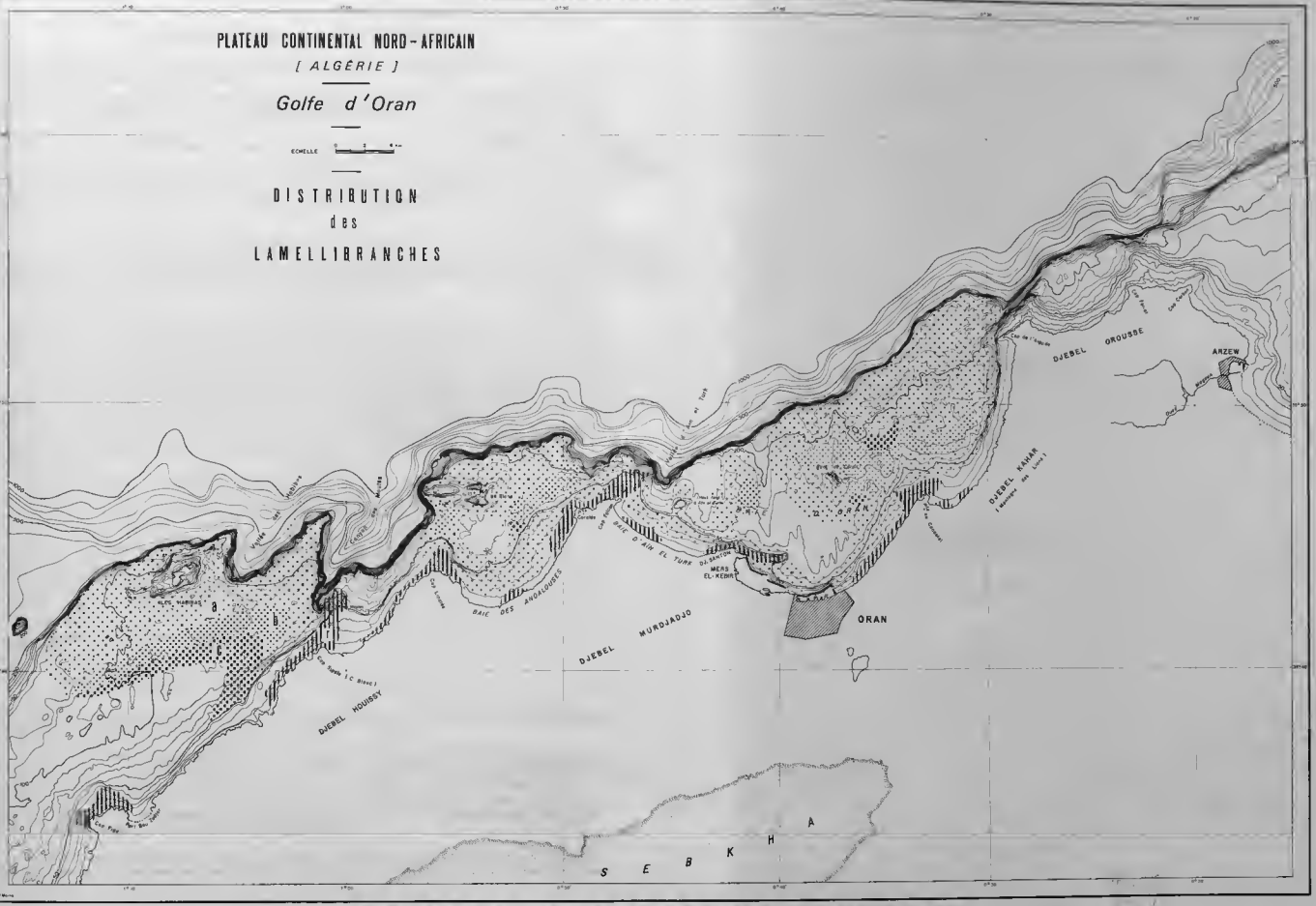



FIG. 23. — Distribution des accumulations de coquilles de Bivalves dans les sédiments organogènes de l'Oranie.
Importance des fractions : $a$ = de 0 à 5 %; $b$ = de 5 à 10 %; $c$ = plus de 10 %; $r$ = fonds durs.

Source : MNHN, Paris

— elles fournissent des indications pour une étude analogique entre la localisation actuelle des débris coquilliers et leurs biotopes d'origine.

En l'absence d'une bionomie benthique authentiquement algérienne, les résultats obtenus par J. PICARD sur l'écologie des Bivalves méditerranéens seront pris comme source d'information écologique.

**Les grandes accumulations de la plate-forme** (formant plus de 10 % du sédiment).

D'une façon générale, les coquilles que j'ai retrouvées dans ces fractions, proviennent presque toujours des espèces circalittorales à caractère *mixticole* ou *vasicole*, qui vivent encore à la surface des sédiments. Le nombre d'espèces est relativement réduit par rapport au nombre de coquilles abandonnées.

*Dans les sables et vases* organogènes et mixtes à Coquillier des Habibas, les fragments et les valves les plus fréquents sont ainsi ceux des espèces que la drague remonte vivantes : ***Timoclea ovata*** (forme *mixticole*), ***Nuculana deltoidea*** (forme *mixticole*), ***Laevicardium oblongum*** (détritique côtier circalittoral), ***Similipecten similis, Digitaria digitaria, Corbula gibba.***

Il en est de même pour les plus riches dépôts coquilliers de la plate-forme des Andalouses dont la composition est semblable. A noter, cependant, l'apparition de formes mieux adaptées à des faciès plus argileux, au voisinage de la petite vasière : ainsi, en O. 408, on retrouve des restes de *Ensis ensis* et surtout des espèces *indicatrices d'instabilité* comme ***Lembulus pella*** qui montrent que les biocénoses superficielles sont en pleine évolution, c'est-à-dire que les conditions de milieu ont changé. *Ces restes témoignent donc qu'un envasement très récent affecte les matériaux organogènes situés au pied de la bordure littorale.* D'autres indices indiquent de plus qu'à l'origine, ces matériaux organogènes, tout au moins en ce qui concerne les coquilles de Bivalves, ont été abandonnés par des biocénoses typiquement *coralligènes*; j'ai retrouvé, en effet, des débris très mutilés et perforés (par des Eponges) de *Gouldia minima* (espèce gravellicole que nous verrons très commune dans les dépôts typiquement d'origine coralligène) de *Gonilia bipartita* et *Striarca lactea*, que nous citerons très souvent dans les mêmes dépôts.

En revanche, aucune forme de provenance spécifiquement plus littorale n'a pu être isolée, ce qui indique que malgré la proximité de la côte et des hauts-fonds de l'île *aucun apport de coquilles superficielles ne vient alimenter, actuellement et probablement depuis un certain temps, les sédiments au pied de la bordure littorale.*

Dans les sédiments organogènes riches en Lamellibranches de la baie d'Oran, ce sont toujours les mêmes valves de *Timoclea ovata, Nuculana deltoidea, Parvicardium nodosum, Parvicardium papillosum, Digitaria digitaria, Astarte fusca* et *Corbula gibba* qui restent les plus abondantes. Le nombre des fragments de coquilles indéterminables est très faible (comme d'ailleurs dans toutes les accumulations déjà passées en revue), ce qui confirme encore l'origine très récente et actuelle de la mise en place de la fraction Bivalves.

Les populations de débris coquilliers de la plate-forme continentale d'Arzew possèdent les mêmes caractéristiques.

**Les petites accumulations de la bordure littorale** (moins de 5 %).

Leur composition est plus variable que celle des précédentes et il faut décrire particulièrement les fractions de chacun des types de sédiments rencontrés.

*Dans les* ***maerls des Andalouses et de Bouisseville,*** les Bivalves sont, on l'a vu, peu fréquents (2 à 3 coquilles dans 100 g de sédiment). Les valves intactes sont encore plus rares et appartiennent toutes à des formes adaptées à ces fonds rocheux et soumis au balayage de courants assez vifs; ***Venus casina*** (caractéristique exclusive des biocénoses de sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond), ***Cardita calyculata*** (biocénoses des substrats solides de l'étage infralittoral) ***Glans trapezia*** (caractéristique exclusive de l'herbier de posidonies).

Dans les *maerls* d'Arzew, on retrouve ces mêmes formes, déposées donc in situ, mais vers les niveaux proches de la bordure très accidentée et rocheuse s'y ajoutent des débris de ***Gonilia bipartita,***

Source : MNHN, Paris

*Striarca lactea* probablement issus des biocénoses coralligènes installées sur les substrats solides. La proportion des formes intactes reste cependant très faible (25 % du stock global), ce qui dénote l'importance des remaniements d'origine hydrodynamique; d'autre part bon nombre de valves sont encroûtées par les algues si abondantes sur ces fonds.

*Dans les maerls de Kristel,* les accumulations de Bivalves sont toujours peu importantes, mais leurs compositions nettement différentes fournissent de très intéressantes indications sur les épibiocénoses et viennent confirmer que ces fonds font l'objet d'un envasement très récent. En effet, les débris des espèces citées dans les autres *maerls* sont rares, très usées et manifestement mises en place à une époque non actuelle; d'autre part, des coquilles « fraiches » réputées *exclusives des fonds meubles instables* s'y mêlent *(Lembulus pella, Angulus distortus)* dont la présence suffit à indiquer que les biocénoses installées sur ces fonds sont en pleine évolution et doivent être *soumises à un « déséquilibre » sédimentaire bien marqué.* L'évolution se fait vers l'apparition de biocénoses mieux adaptées à des sédiments vaseux riches en particules pélitiques car *Lembulus pella* et *Angulus distortus* s'associent vers le rebord de la bordure littorale à deux espèces encore timidement représentées (*Timoclea ovata, Similipecten similis*) et sans doute pionnières des biocénoses plus typiques de faciès *mixticoles.* Toutes ces espèces ne sauraient s'accommoder des conditions habituelles régnant au niveau des champs de *maerl* vifs et en particulier de l'agitation; elles montrent que les *maerls* de Kristel sont bien des accumulations de thalles en voie d'envasement et non des vases calcaires enrichies en thalles par des apports littoraux; elles donnent un bon exemple de l'intérêt des informations d'ordre écologique dans l'étude de la sédimentation organogène.

La fraction *Coquillière* des vases mixtes à Algues calcaires de la Stidia présente la même composition, ce qui semble donc confirmer que leur formation s'est déroulée suivant le processus indiqué dans le paragraphe précédent, semblable à celui qui caractérise les *maerls* de Kristel.

**Les accumulations moyennes de la bordure littorale** (de 5 à 10 %).

Elles sont localisées dans les sables (à Bioclastique ou à Coquillier) et les vases organogènes qui prolongent vers le large les plages d'Aïn el Türck et surtout de St-Leu. Leur importance est de plus en plus grande vers La Macta. Cette augmentation sensible de la teneur en coquilles s'accompagne d'une réduction très notable par rapport aux *maerls* des éléments indéterminables, puisque 50 % à 75 % des débris de Bivalves sont parfaitement reconnaissables.

Tout cela indique que le taux d'accumulation des valves est bien plus élevé et que le broyage des débris au niveau du fond a en contrepartie diminué. Cette élévation sensible de l'apport « Bivalves » est dû à la double proximité des plages et de la vasière centrale car des espèces en général peu fréquentes dans les autres sédiments organogènes calcaires sont présentes ici. Les unes :

— *Angulus donacinus :* exclusive des biocénoses des fonds détritiques cotiers;
— *Jagonia reticulata :* fréquente dans les sables fins terrigènes de plage;
— *Loripes lacteus :* exclusive des sables vaseux superficiels en mode calme;

proviennent sans doute de l'endofaune des sables de plage; les autres : *Angulus distortus, Lembulus pella,* témoignent de l'instabilité des faciès bionomiques; les dernières enfin (*Timoclea ovata, Parvicardium nodosum*) sont communes dans les sables et vases de la plate-forme.

*En définitive, l'abondance des Lamellibranches dans les sables organogènes coquilliers de la bordure littorale est due en grande partie aux apports et aux dépôts littoraux comme dans une plus faible mesure à la proximité des vases profondes.* Ces sables organogènes apparaissent ainsi comme un faciès de transition marquant la limite d'extension vers le large des accumulations de Bivalves littoraux, soit transportés depuis les fonds voisins du niveau zéro, soit enfouis in situ.

Les fractions *Lamellibranches* des vases calcaires, devant La Macta, ont à peu près la même composition. Des espèces plus caractéristiques des « biocénoses de sables fins bien calibrés » c'est-à-dire des sables terrigènes fins légèrement envasés de la plage de La Macta sont également présentes : *Spisula subtruncata, Mactra corallina,* de même que des formes témoignant d'une certaine dessalure et probablement émigrées depuis les parages de l'embouchure de l'Oued Habra : *Cardium edule.* Ces dernières demeurent néanmoins toujours peu nombreuses (un ou deux spécimens sur 200 débris de Bivalves) et indiquent donc que les apports littoraux doivent être très réduits.

Source : MNHN, Paris

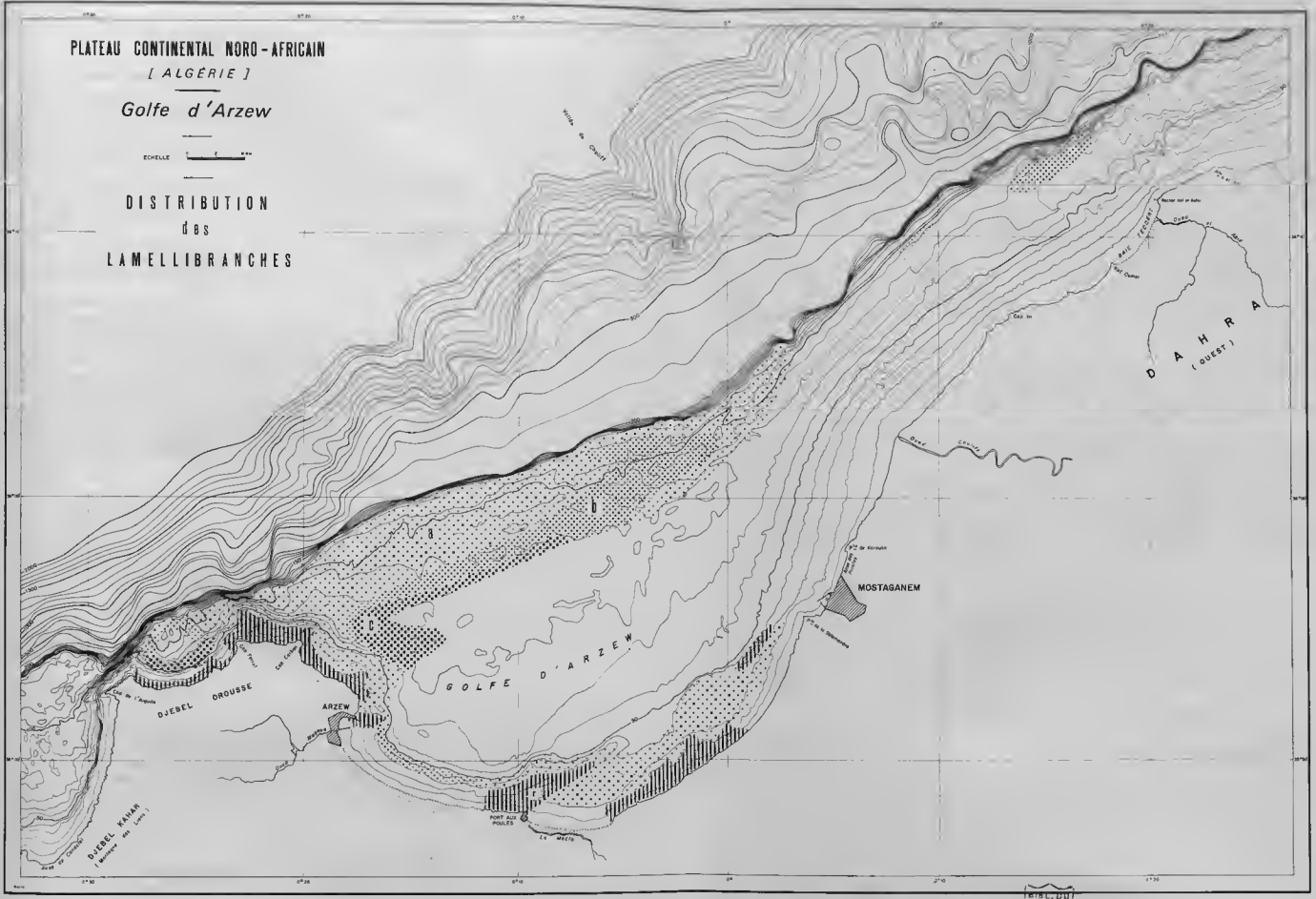



Fig. 24. — Distribution des accumulations de coquilles de Bivalves dans les sédiments organogènes du golfe d'Arzew. Importance des fractions : $a$ = de 0 à 5 %; $b$ = de 5 à 10 %; $c$ = plus de 10 %; $r$ = fonds durs.

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

**Les Accumulations du rebord et de la pente continentale.**

Ce sont les moins denses avec celles de la bordure littorale puisqu'en général, elles ne représentent pas 5 % des sédiments organogènes. Elles sont composées en grande partie par des fragments spécifiquement indéterminables (de 80 % à 90 % en moyenne) ; les seules valves que l'on peut identifier proviennent de formes *mixticoles* ou *vasicoles*, exclusivement circalittorales, parfois sciaphiles et relativement sténobathes, donc déposées sur place :

— *Bathyarca pectunculoides* que nous n'avons retrouvée que dans cette position;
— *Pitar rudis* (f. *mediterranea* surtout) considérée comme « *mixticole préférentielle de la biocénose détritique du large* » (1);
— *Abra alba vasicole* tolérante purement circalittorale.

Cette dernière forme devient plus fréquente lorsque la teneur en pélites du sédiment dépasse 10 % et elle est accompagnée alors par des restes toujours brisés de *Pteria hirundo* (caractéristique des biocénoses sessiles des vases terrigènes côtières, surtout circalittorales), et de nombreux *Chlamys*.

*Dans les maerls profonds d'Oran*, la proportion des accumulations de coquilles est cependant plus élevée comme on l'a vu (9 %) et la composition du stock déterminable appelle quelque attention. En effet, parmi les formes habituelles qui représentent l'essentiel des valves fraîches toujours peu nombreuses (*Timoclea ovata, Digitaria digitaria, Nuculana deltoidea*), j'ai pu reconnaître des débris usés de *Anadara diluvii, Lyropecten commutata* et *Mimachlamys varia*, plus fréquents ici que partout ailleurs et manifestement mis en place bien avant l'époque actuelle, car beaucoup sont patinés par des sulfures ou des oxydes de fer. De plus, j'ai pu également isoler des coquilles que nous avons vues caractériser essentiellement les dépôts très littoraux des *maerls : Glanz trapezia, Venus casina*, remaniées, épigénisées et dont le dépôt a dû être contemporain de celui des maerls. Aucune espèce typiquement fossile n'a pu être cependant relevée et si une bonne partie des coquilles de Bivalves renfermées par les *maerls* profonds est indubitablement d'origine ancienne, on ne peut avoir une idée précise de leur mise en place tout en remarquant qu'aucune n'est d'âge nettement prétyrrhénien.

En baie d'Arzew, les accumulations de Lamellibranches reconnues dans les sables à Algues calcaires du large offrent une composition identique de même que celles que j'ai isolées dans les vases mixtes au large du Dabra.

Dans ces sédiments plus riches en pélites, la proportion de coquilles actuelles est beaucoup plus élevée et leurs valves intactes forment plus de la moitié du stock. Mais parmi les débris usés et épigénisés, se rencontrent tonjours les espèces suivantes : *Anadara diluvii, Mimachlamys varia, Pitar rudis*, et de rares *Glanz trapezia* ou *Venus casina*. On peut penser que ce lot ancien s'est déposé en même temps que le précédent, mais rien ne permet de l'affirmer.

*Quoiqu'il en soit, les coquilles littorales retrouvées vers ces niveaux ne proviennent pas de transports actuels depuis la côte*, puisqu'on n'en retrouve point sur toute l'étendue de la plate-forme continentale. Elles montrent *qu'avant la période contemporaine, ces formations profondes ont commencé à se mettre en place sous des conditions de milieu très différentes et en tout cas sous une bien plus faible épaisseur d'eau.*

**Les accumulations des hauts-fonds.**

Sur les brisants des Iles Habibas et de l'Ile Plane, les graviers mixtes ou organogènes renferment très peu de coquilles (moins de 2 %). Ces fractions insignifiantes sont surtout faites de débris cassés, souvent encroûtés par les Mélobésiées et spécifiquement indéterminables (de 85 % à 90 % des populations). Les rares spécimens reconnaissables sont peu différents de ceux que nous avons déjà signalés dans les *maerls* côtiers : *Cardita calyculata* qui fréquente exclusivement la biocénose des algues photophiles et caractérise donc les zones rocheuses de l'étage médio ou infralittoral, *Venus casina*. A ces formes se mêlent de nombreuses *Arca tetragona, Gonilia bipartita* et les seules *Chama gryphoides* que nous ayons vues en nombre dans la région oranaise.

(1) J. Picard (1965) sépare nettement *Pitar rudis* et *Pitar mediterranea*; mais la distinction est assez délicate.



Source : MNHN, Paris

## B — DISTRIBUTION ET COMPOSITION DE LA FRACTION « GASTÉROPODES »

Comme les Bivalves, les Gastéropodes participent par leurs coquilles à la constitution de tous les sédiments meubles du précontinent oranais. Mais dans presque tous les échantillons étudiés leurs accumulations sont inférieures en importance à celles des premiers et les proportions calculées, étant très faibles, rendent très aléatoire et peu significative une représentation cartographique de leur distribution.

Pour avoir tout de même une idée du mode d'accumulation des tests de Gastéropodes, on résumera ici les données tirées de la description des sédiments et on se reportera utilement aux « radiales » qui accompagnent cette dernière.

### 1 — DISTRIBUTION DES FRACTIONS « GASTÉROPODES ».

D'une façon générale, les accumulations les plus riches (de 5 % à 10 %) que j'ai isolées dans les sédiments organogènes oranais, sont très peu nombreuses et caractérisent uniquement les formations grossières draguées sur les hauts-fonds ou à la proximité des herbiers et des roches littorales.

Sur les zones planes et plus ou moins envasées de la plate-forme, les fractions sont peu importantes (moins de 5 %) et les tests de Gastéropodes s'éclipsent peu à peu dans les sédiments fins voisins des vasières pour disparaître à peu près entièrement au niveau du rebord du platean continental.

*Les plus riches fractions paraissent ainsi localisées à proximité des affleurements rocheux accores et recouverts d'un manteau d'algues photophiles qui constituent un biotope de prédilection pour la plupart des espèces méditerranéennes.* Il semble que le dépôt des Gastéropodes, effectué surtout *in situ* n'est pas profondément perturbé par les facteurs hydrodynamiques du milieu. C'est ce que va nous confirmer l'inventaire des diverses accumulations.

### 2 — COMPOSITION DES FRACTIONS « GASTÉROPODES ».

Comme pour les Bivalves, je donnerai une description rapide des principales formes dominantes avec des indications sur leurs significations écologiques, lorsqu'elles ont été déterminées hien entendu (1).

#### Les grandes accumulations des hauts-fonds.

Leur importance, on l'a vu, oscille entre 5 % et 10 % du poids du sédiment. En Oranie, elles sont localisées dans les graviers organogènes dragués entre les écueils qui parsèment la surface des hauts-fonds entourant les Iles Habibas et l'Ile plane.

Sur les brisants bien exposés et partiellement accores qui s'y trouvent, les populations de Gastéropodes vivants sont très denses et très variées (voir les listes publiées par P. Pallary, 1900). Ce sont leurs restes qui se déposent parmi les matériaux organogènes dragués dans les creux de rocher. Les espèces les plus fréquentes sont caractéristiques de ces biocénoses : ***Bittium reticulatum***, Troques, Patelles, Fissurelles dont *Diodora apertura*, Cerithiopsis avec surtout *Cerithiopsis bilineata*... La proportion des débris indéterminables, bien qu'atteignant en moyenne la valeur de 75 % des accumulations, est assez faible, comme nous le verrons, par rapport aux fractions provenant des autres zones topographiques du précontinent.

A noter, de plus, l'absence de toutes les petites espèces caractéristiqnes de l'herbier littoral à Posidonies, *absence qui paraît être le signe distinctif le plus marqué des accumulations de hauts-fonds* lorsqu'on compare ces dernières à celles également riches des sédiments de la bordure littorale.

(1) J'ai trouvé beaucoup d'indications précieuses sur les Gastéropodes dans les travaux du laboratoire d'Endoume et surtout dans les publications de M. Ledoyer.

Source : MNHN, Paris

Toutes les coquilles citées sont plus ou moins roulées, encroûtées sur toutes leurs faces par des Mélobésiées et portent ainsi les traces d'une forte reprise par les courants qui sont assez violents dans ces parages. Mais leur dispersion à partir des surfaces rocheuses superficielles ne paraît pas très large, car dès les premiers replats qui précèdent, au pied des bancs, les fonds déprimés des plates-formes, on peut remarquer une diminution très nette du nombre des Gastéropodes et surtout un renouvellement assez complet de toutes les espèces.

*Remarque :*

Une observation particulière semble montrer que la dispersion des coquilles est plus ou moins « sélective » : j'ai pu, en effet, repérer, sur les pentes de l'Ile Plane (O. 411), les petites espèces très superficielles (Rissoidae notamment) qui manquent plus haut et qui, plus légères que les autres, pourraient être emportées plus loin. Mais les tests recueillis sont en nombre trop faible de même que le nombre de cas établis trop restreint (deux stations présentent seulement cette particularité) pour que l'on puisse en tirer des conclusions satisfaisantes.

**Les grandes accumulations de la bordure littorale** (de 4 % à 5 %).

En Oranie, elles sont localisées uniquement au pied des accidents rocheux qui marquent le passage de la bordure littorale à la plate-forme continentale et sont donc en fait « à cheval » sur ces deux unités géomorphologiques.

Elles caractérisent ainsi les fonds situés entre —50 m et —60 m devant les *maerls* des Andalouses et tout le pourtour du massif d'Arzew où on les retrouve plus dans les *maerls* que dans les sables à Bryozoaires. Leur composition dénote généralement un mélange de populations à affinités différentes. L'inventaire des accumulations relevées en contrebas des champs de *maerl* des Andalouses montre ainsi que deux groupes de tests peuvent y être distingués :

— l'un renferme des coquilles en bon état provenant d'espèces adaptées aux sédiments plus ou moins riches en argiles : ***Turritella communis*** (*vasicole* tolérante préférentielle des vases terrigènes côtières), ou indicatrices de peuplement sciaphiles circalittoraux (*Astraea rugosa*) et donc déposées sur place;

— l'autre recèle tout un assortiment de petites espèces caractéristiques des peuplements vagiles de l'herbier de Posidonies (1) :

*Gibberula miliaria* (exclusive de l'herbier de Posidonies);
*Chauvetia minima* (exclusive de l'herbier de Posidonies);
*Bittium reticulatum;*

et qu'on peut considérer comme probablement transportées depuis les biocénoses infralittorales voisines car aucune n'a été retrouvée vivante *in situ* (2).

Si la possibilité d'apports littoraux paraît ainsi réduite à ces coquilles (nous avons vu que les Bivalves étaient tous d'origine circalittorale), il faut tout de même dire qu'elle est très faible car les Gastéropodes du 2e groupe sont deux fois moins nombreux que les premiers et l'ensemble de la fraction représente seulement 4 % du matériau. La contribution des Gastéropodes littoraux à la constitution du sédiment reste donc très secondaire.

Dans les sédiments grossiers du littoral d'Arzew, les tests les plus abondants appartiennent naturellement aux espèces vivant dans les mattes et le manteau d'algues photophiles qui tapisse toutes les roches de l'étage médiolittoral et de l'étage infralittoral. On peut citer comme les plus fréquentes :

— *Bittium reticulatum;*
— *Turboella guerini* (fréquente dans la biocénose des Algues photophiles);
— *Alvania cimex;*
— *Alvania mariae;*
— *Trochus* diverses.

Les Patelles issues des roches les plus hautes sont très rares de même que les grandes formes. Le broyage des coquilles est en effet très intense à ces niveaux.

(1) M. Ledoyer (1962 et 1966).
(2) Voir inventaire des populations benthiques de cette zone par G. Fredj (1963, p. 64).

Source : MNHN, Paris

Toutes ces espèces sont retrouvées jusque vers —60 m devant le port d'Arzew où elles se mêlent à de rares *Astraea rugosa* et *Turritella communis* pour marquer la transition avec les accumulations de la plate-forme. Elles sont bien plus nombreuses dans les sédiments que les grands *Murex, Triton, Cassis* que les pêcheurs ramènent parfois et qui ont été décrits par P. PALLARY (1900). J'ai pu d'ailleurs observer en plongée que les débris de ces grandes formes sont toujours très mutilés en multiples fragments sur tous les fonds avoisinants. Cette fragmentation paraît être d'ordre essentiellement biologique.

Les fractions *Gastéropodes* triées dans les sables à Bryozoaires dragués au pied du Djebel Santon vers —60 m ont une importance très faible (2 %) qui se rapproche de celle que présentent les sédiments voisins de la plate-forme, mais leurs compositions se rattachent aux précédentes. J'ai pu y retrouver, en effet, un mélange de coquilles très littorales : *Bittium reticulatum, Alvania cimex, Tricolia pulla* (caractéristique des hiocénoses des herbiers), associées à des formes plus vasicoles comme *Turritella communis* et surtout *Ringicula conformis* (que nous verrons restreinte aux dépôts plus ou moins pélitiques) et à des spécimens intacts de *Neverita josephinia* considérée par J. PICARD comme « exclusive des sables fins bien calibrés ».

Toutes les observations portant sur les riches accumulations installées au pied de la bordure littorale dénotent donc qu'elles résultent du mélange de formes circalittorales et de coquilles littorales. Cela paraît à première vue en contradiction avec ce que nous avait montré la répartition des Bivalves dans les mêmes zones, mais comme les exigences écologiques des Gastéropodes sont bien moins fortes et comme les espèces sont vagiles en grande partie, il est délicat de dire que tous les tests « littoraux » ont été transportés par les courants jusque vers —60 m.

*Retenons en tout cas, qu'à la différence de celles des hauts-fonds, les importantes fractions « Gastéropodes » de la bordure littorale apparaissent comme des dépôts de transition et se distinguent par leur composition hétérogène.*

**Les petites accumulations de la bordure littorale.**

Elles caractérisent tous les sédiments organogènes déposés entre —20 m et —50 m et soumis à l'action des courants de houle. Les seuls tests qu'on y retrouve sont en général ceux des herbiers côtiers.

Dans les *maerls* de Bouisseville et de Port-au-Poules qui sont situés au contact des herbiers, les coquilles intactes sont nombreuses : *Tricolia pullia, Tricolia speciosa, Turboella guerini, Turboella similis, Alvania cimex et Bittium reticulatum* y sont dominantes. Toutes les autres formes de l'herbier sont présentes, mais en moins grand nombre : *Rissoa auriscalpium, Alvania montagui...*

Dans les *maerls* des Andalouses, plus éloignés des roches littorales, bien peu de restes abandonnés par l'habituelle faune vagile qui vit sur les feuilles et les stipes des Posidonies ont été retrouvés intacts; les opercules sont par contre relativement abondants. La raison de cette absence doit sans doute être recherchée dans l'agitation régnant à la surface des fonds, la rapidité des déprédations d'origine biologique et la vitesse d'extension des flores encroûtantes.

Dans les *maerls* de Kristel, riches en pélites, je n'ai pu reconnaître que des formes communes dans tous les matériaux circalittoraux (*Trifora perversa* notamment) et à affinités *vasicoles (Turritella communis)*; aucune espèce typique de l'herbier n'est présente, ce qui souligne une fois de plus l'inexistence des apports littoraux dans ce secteur.

Il en est de même pour tous les sables et vases à Coquillier qui bordent les plages de St-Leu et La Macta où les Gastéropodes sont rares, brisés (90 % des fractions est indéterminable) et représentés par quelques exemplaires de *Bittium reticulatum*. Devant La Macta s'y mêlent de nombreuses Turritelles et quelques exemplaires de *Calyptraea chinensis* et *Capulus hungaricus* qui n'ont pas de signification écologique précise mais que j'ai rencontrés surtout dans les vases de la plate-forme.

**Les petites accumulations de la plate-forme (moins de 5 %).**

Ce sont des débris indéterminables qui les constituent en majeure partie (de 80 % à 90 %, en moyenne, des accumulations). Leur composition est très uniforme et ne varie pas, en particulier avec les divers faciès reconnus. Seuls les tests des espèces *vasicoles (Turritelles, Ringicula conformis)* deviennent plus abondants avec l'augmentation de la phase pélitique c'est-à-dire dans les vases.

Source : MNHN, Paris

Les coquilles identifiables sont peu nombreuses et proviennent des espèces suivantes (la liste n'est pas limitative) :

*Turritella communis*;
*Trifora perversa*;
*Calyptraea chinensis*;
*Capulus hungaricus*;
*Retusa semisulcata*;
*Leiostraca glabra* (vasicole tolérante);
*Astraea rugosa*;
*Giberrula philippi*;
*Odostomio conoidea*;
*Chrysallida doliolum*.

Vers le rebord, tous les restes de Gastéropodes disparaissent progressivement et sont remplacés par ceux des Ptéropodes dont les plus fréquents proviennent de *Cavolinia tridentata* et *Cleodora pyramidata*.

Les fractions isolées dans les *maerls* profonds se signalent cependant par la présence *anormale* (écologiquement parlant) de formes littorales comme *Rissoina bruguieri*, *Turboella guerini*, *Gibberula miliara*, *Bittium reticulatum*, qui sont bien entendu très peu abondantes (1 ou 2 spécimens pour 100 g de sédiment) mais confirment encore que ces formations sont en partie anciennes et mises en place dans des conditions de milieu très différentes. On peut penser sans beaucoup se tromper que ces petites coquilles ont été élaborées et déposées en même temps que les fragments de *maerl* et qu'il devait donc exister à proximité un rivage avec des herbiers semblables à ceux qui existent actuellement dans la région.

Les vases mixtes draguées au large du Cap Ivi renferment toujours peu de Gastéropodes et les tests intacts sont analogues à ceux dont nous avons donné la liste plus haut. Mais ce qui est intéressant, c'est l'absence des formes typiques de l'herbier (qu'on peut rapprocher de celle des *maerls*) et cela montre que le dépôt sableux ancien ne s'est pas constitué dans des conditions tout à fait identiques à celles des *maerls* anciens même si la profondeur était aussi faible (Bivalves littoraux). Il semble en particulier qu'il n'y ait pas eu de mattes dans cette zone.

De plus, il faut signaler concurremment l'abondance de deux espèces très élégantes : *Cythara albida* et *Cythara vauquelini*, très peu répandues dans les autres sédiments organogènes du précontinent algérien et dont quelques spécimens sont épigénisés et donc probablement anciens. Des fragments de grandes dimensions ont été également retrouvés dans ces vases mixtes; mais ces formes n'ont pu être rattachées à aucune des espèces vivant actuellement sur ces fonds. Leur âge est probablement lui aussi non actuel, mais leur très mauvais état de conservation comme leur épigénisation assez poussée ne permettent ni de l'affirmer ni de le préciser.

Quoi qu'il en soit, toutes ces observations contribuent à mettre à part les formations de *maerl* profondes et les vases mixtes du Dabra.

## C — DISTRIBUTION ET COMPOSITION DE LA FRACTION « BRYOZOAIRES »

En Oranie, les colonies de Bryozoaires et leurs fragments forment, comme on l'a vu, la fraction principale des sables organogènes grossiers, draguès à proximité ou parmi les substrats rocheux de la plate-forme, c'est-à-dire sur les fonds même qui sont le plus favorables à la prolifération de ces invertébrés coloniaux. Les Bryozoaires marins sont, en effet, très sensibles aux moindres variations du milieu et on les considère, depuis les travaux fondamentaux de Y. V. Gautier (1962), comme de meilleurs indicateurs écologiques que les Mollusques.

Leurs débris sont cependant répandus dans tous les autres sédiments du plateau continental oranais (il y a même des vases à Bryozoaires) et on peut se demander alors si ces dernières accumulations se sont constituées comme les précédentes sur place ou si elles résultent d'un transport de colonies issu des aires à grande densité et se manifestant, comme devant Roscoff, par des « gradients » organogènes » bien distincts (G. Boillot, 1964, p. 144).

Source : MNHN, Paris

Dans le premier cas (accumulation sur place), on enregistrera une variation des espèces composant les fractions, variation induite par le changement des facteurs abiotiques de l'environnement; dans le second cas (transport), tous les débris isolés seront identiques ou d'affinités écologiques semblables. Si la première hypothèse se vérifie, la répartition de l'importance des fractions résultera donc des fluctuations du milieu, sinon elle traduira d'authentiques transports.

*Autrement dit, pour attribuer une valeur écologique ou hydrodynamique aux fameux « gradients organogènes », il faut, en même temps qu'on analyse quantitativement les fractions organogènes, faire l'inventaire complet de leur composition* (1).

## 1 — DISTRIBUTION DES FRACTIONS « BRYOZOAIRES ».

Comme pour les fractions *Lamellibranches*, les variations d'importance des accumulations de Bryozoaires ont pu être figurées sous forme de deux esquisses (voir fig. 25 et 26) dont l'examen permet de remarquer que :

— les Bryozoaires sont répandus dans tous les sédiments organogènes du précontinent et même dans ceux de la bordure littorale et du rebord;
— les fractions les plus riches (plus de 10 %) sont circonscrites aux fonds rocheux et accidentés compris entre — 50 m et — 90 m;
— les accumulations de moindre densité s'ordonnent toujours régulièrement tout autour des précédentes ce qui peut suggérer qu'il y a une dispersion régulière des zoaria à partir des zones riches, ou « productrices ».

De plus, en comparant les répartitions respectives dans le golfe d'Arzew et celui d'Oran, on peut constater également que les Bryozoaires sont bien moins nombreux dans les sédiments d'Arzew, ce qui peut être sans doute lié d'une part à la disparition des îles, bauts-fonds et bancs rocheux, d'autre part à l'accroissement de la sédimentation terrigène fine.

Enfin, en rapprochant cette distribution de celle des Bivalves, on peut voir que les grandes accumulations de coquilles ne coïncident presque jamais avec celles des Bryozoaires, hormis en un point particulier situé au pied du Djebel Santon.

## 2 — COMPOSITION DES FRACTIONS « BRYOZOAIRES ».

Elle a été déterminée de façon aussi complète que celle des autres fractions. Seules les formes dominantes ou en position *écologiquement anormale* seront citées ici; elles sont d'une façon générale moins nombreuses que celles des Lamellibranches ou des Gastéropodes mais les indications qu'elles fournissent sur les conditions de formation des sédiments sont plus précises et plus détaillées. Les significations écologiques attribuées aux espèces reconnues sont celles qui ont été mises en évidence par Y. V. Gautier (1962).

### Les grandes accumulations (plus de 10 %).

Elles caractérisent uniquement les fonds accidentés à substratum rocheux de la plate-forme et les débris les plus fréquents y sont ceux de deux grands Adéoniformes (2) branchus : ***Porella cervicornis*** et ***Adeonella calveti*** cités par J. Pérès et J. Picard (1963) comme « éléments caractéristiques des biocénoses coralligènes » installées dans les milieux sciaphiles.

Ces deux espèces constituent souvent plus de la moitié des fractions importantes et beaucoup d'exemplaires en ont été retrouvés vivants, ce qui joint au très faible pourcentage des colonies ou fragments indéterminables (moins de 40 % des fractions) indique que ces grandes accumulations, d'origine typiquement coralligène, ont été peu remaniées et se sont donc déposées sur place.

(1) Ces *réflexions* quant aux gradients organogènes sont évidemment valables pour les Mollusques et tous les autres restes biogènes; nous les avons développées ici car ce sont les Bryozoaires qui ont été à leur *origine*.
(2) Voir tableau 14 (2e partie de ce mémoire).

Source : MNHN, Paris

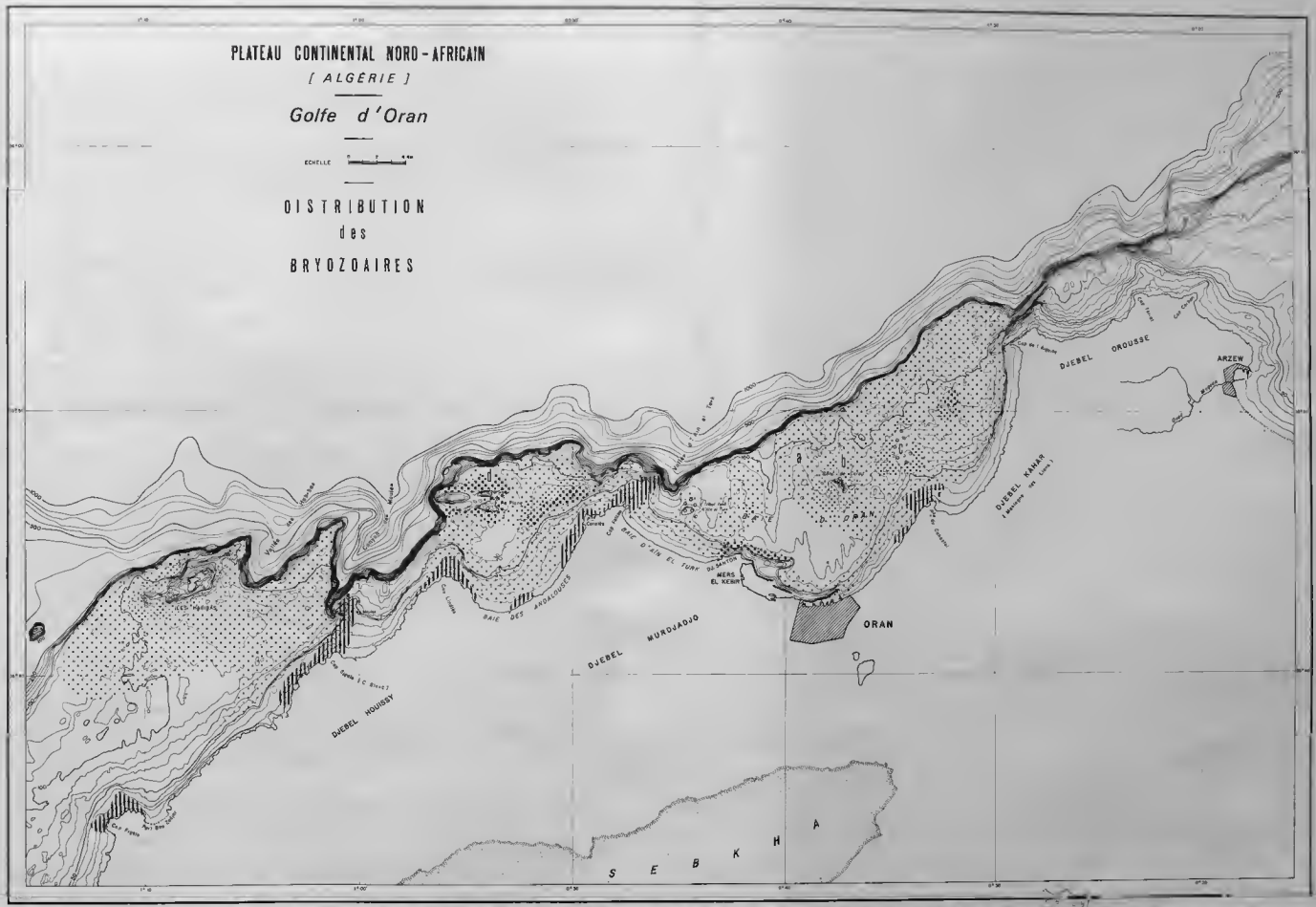



FIG. 25. — Distribution des accumulations de Bryozoaires dans les sédiments organogènes de l'Oranie. Importance des fractions : $a$ = de 0 à 5 %; $b$ = de 5 à 10 %; $c$ = de 10 à 20 %; $d$ = plus de 20 %; $r$ = fonds durs.


Source : MNHN, Paris

Dans le secteur des Habibas, les Bryozoaires sont surtout nombreux dans les sédiments grossiers qui tapissent les flancs des îles, c'est-à-dire sur des substrats rocheux, non ensevelis par la sédimentation terrigène fine, peu éclairés et soustraits à l'agitation des courants de houle. On ne retrouve en effet de grandes fractions ni sur les hauts-fonds eux-mêmes ni sur les zones déprimées voisines.

En baie des Andalouses, les fortes accumulations de colonies s'organisent très nettement selon deux aires centrées l'une sur les pentes de l'Ile Plane, l'autre sur les accidents qui annoncent la bordure littorale du cap Falcon. Leur composition reste inchangée et le nombre des espèces présentes est très réduit. On peut donner à titre d'exemple la liste des formes reconnues devant la Pte des Coralès dans les sables les plus riches en Bryozoaires de l'Oranie (O.142) :

*Porella cervicornis* (31 % du stock)
*Adeonella calveti* (27 %)
*Cellaria salicornioides* (8 %)
*Cellaria fistulosa* (5 %)
*Hippodiplosia foliacea* (4 %)
*Cribrilaria venusta* (2 %)
*Peristomella megarostris* (1 %)
*Frondipora gracilis* (1 %)
*Hippodiplosia ottomulleriana* (1 %)
*Schismopora tubigera* (1 %)
Bryozoaires indéterminables (19 %)

Bien entendu cette liste n'est pas limitative, mais elle demeure cependant à peu près constante pour toutes les grandes accumulations oranaises.

En baie d'Oran proprement dite, ces dernières ont une répartition et une composition similaires, exception faite de celles qui entourent le banc d'Aïn el Türck et celles qui sont au pied du Djebel Santon.

Dans les sables organogènes draguès autour du banc d'Aïn el Türck, les fractions *Bryozoaires* ont aussi une importance tout à fait normale vu leur mode de gisement (péripérie d'un haut-fond) mais une composition très particulière : des zoaria indéterminables, roulés, usés, y représentent, en effet, plus de 60 % des restes et les formes identifiables ne sont plus celles que nous avons citées. Une espèce relativement superficielle comme ***Schismopora tubigera***, adaptée aux milieux littoraux assez agités, les remplace ainsi que quelques petites colonies encroûtantes (Membraniporiformes surtout) bien développées près du niveau zéro. La majeure partie de la fraction Bryozoaires résulterait donc ici d'un transport de colonies à partir du sommet du haut-fond. Mais cette dispersion ne serait pas actuelle car on a vu que ces sables d'Aïn el Türck sont relativement riches en pélites (8 % à 9 %) et quelques indices donnent à penser que des biocénoses coralligènes ont tout de même été développées sur ces fonds; on retrouve en effet quelques fragments morts et épigénisés de *Porella cervicornis* et *Adeonella calveti* dans les accumulations. ***Les dépôts de colonies d'Aïn el Türck résulteraient donc d'un mélange de populations d'origine et de sédimentation différentes, mélange probablement en voie de disparition par faute d'alimentation.***

En O.115, au pied du Djebel Santon, l'inventaire des colonies recueillies montre que les plus riches fractions *Bryozoaires* de la baie seraient dues également à un mélange de populations : certaines formes sont déposées manifestement sur place et proviennent des biocénoses coralligènes : *Porella cervicornis, Myriapora truncata;* d'autres comme ***Cupuladria canariensis***, toujours sédimentées en place, sont plus typiques des substrats sablo-vaseux et témoignent de la proximité des vases terrigènes, mais leur nombre est toutefois très faible; quelques-unes enfin (débris très nombreux de Celleporidés) montrent que les apports littoraux sont restreints mais effectifs. Toutes ces observations confirment ce que nous avait appris l'analyse des Bivalves et des Gastéropodes à savoir que les sédiments organogènes de ce secteur ont une formation très hétérogène due à la fois à des apports littoraux et des dépôts circalittoraux.

Comme ce sont les seuls dans ce cas en Oranie, on peut rapprocher cette particularité et la topographie même des fonds qu'ils tapissent (ces derniers sont les seuls niveaux profonds de la plate-forme que nous ayons rencontrés si près de la côte) et ***se demander si cette composition mixte ne serait pas finalement spécifique des formations organogènes déposées au pied d'une falaise littorale ?***

En baie d'Arzew, les fractions *Bryozoaires* d'importance supérieure à 10 % sont assez rares. Les plus nombreuses caractérisent, comme on l'a vu, les sables draguès en contrebas de la bordure littorale



Source : MNHN, Paris

du massif du Djebel Orousse et leur formation ne pose pas de problèmes : elles renferment uniquement les espèces coralligènes habituelles, peu remaniées et déposées sur place.

Les rares fractions importantes isolées sur les reliefs de la plate-forme sont plus intéressantes car ce sont les seules en Oranie à avoir été retrouvées dans des sédiments dont ni la texture ni le gisement n'apparaissent a priori comme favorables à la présence d'épibiocénoses susceptibles de les enrichir en colonies. L'inventaire de ces fractions révèle cependant que malgré la haute teneur en pélites ce sont des formes coralligènes qui sont les plus fréquentes parmi les colonies identifiables (*Porella cervicornis* 7 %, *Adeonella calveti* 4 %, *Hippodiplosia foliacea* 1 %) tandis que les espèces que nous verrons si communes dans les autres vases de la plate-forme sont bien peu nombreuses (*Cupuladria canariensis* 1 %). Le pourcentage des débris est de plus très élevé (65 % de la fraction) et des restes adéoniformes très épigénisés et indéterminables, d'origine probablement coralligène, s'y trouvent en grand nombre.

Comme tous ces Bryozoaires ne peuvent provenir de biocénoses actuellement en place, aucune forme vivante n'en a été rencontrée), il semble logique d'admettre que leur dépôt s'est effectué à une période plus ancienne alors que les fonds n'étaient pas encore soumis à une sédimentation terrigène fine intense et que des biocénoses coralligènes peu riches en Mollusques tenaient la place de celles (plus *vasicoles*) qui s'y trouvent maintenant.

**Les petites accumulations de la plate-forme** (moins de 10 %).

*Elles caractérisent en Oranie les sédiments à Coquillier et les maerls profonds.* Leur composition est très différente de celle des grandes accumulations puisque les formes dominantes y sont des Cellariidae (*Cellaria salicornioides, Cellaria sinuosa*) susceptibles de s'adapter aux faciès mixtes (sables + pélites) et surtout des Cupuladriidae (*Cupuladria canariensis, Cupuladria doma*), typiques des fonds sablo-vaseux (S. F. Harmer, 1952) et bien reconnaissables à leur allure de petits dômes. Ces dernières forment jusqu'à 65 % des fractions et leur présence paraît liée à une haute teneur en pélites. Concurremment, les colonies adéoniformes ont pratiquement disparu sans que pour autant le nombre des débris indéterminables augmente. La proportion de ces derniers, à peu près uniforme, oscille en effet entre 40 % et 50 %.

Les petites accumulations de la plate-forme ont donc une composition tout à fait normale si l'on considère les conditions de milieu dans lesquelles elles sont retrouvées et *il apparaît ainsi clairement qu'elles ne sont pas issues des grandes par transport des colonies.*

Dans quelques sédiments et c'est le cas des rares vases à Bryozoaires, les deux types de population existent ensemble (Adéoniformes avec Cupuladriidae et Cellariidae) mais loin de signifier qu'il y a eu transport de débris coralligènes, *le mélange indique qu'il y a eu surimposition des colonies mixticoles ou vasicoles sur un dépôt anciennement coralligène.* De telles compositions *mixtes* caractérisent en effet les fractions isolées dans les sédiments draguès en position charnière comme par exemple les sables à coquillier intercalés entre la vasière des Andalouses et les pentes rocheuses de la bordure littorale.

Les fractions *Bryozoaires* draguées dans les *maerls* profonds possèdent comme seul caractère remarquable d'être formées dans la proportion de 75 % à 80 % par des débris épigénisés, les loges des colonies étant souvent bourrées de sulfures de fer on de glauconie. Les seules colonies reconnaissables sont des formes réputées comme relativement *sténobathes*, cantonnées généralement sur le rebord ou la pente continentale et vivant actuellement sur ces fonds : *Adeonellopsis distoma, Buchneria fayalensis.* Leur faible nombre, de même que la gracilité de leurs zoaria, ne permettant pas de penser qu'elles ont pu à elles seules produire la masse de colonie indéterminables, il faut donc admettre que la mise en place de la masse de la fraction *Bryozoaires* est ancienne, mais sans qu'on puisse pour autant préciser les conditions de son dépôt.

A cet égard, les vases mixtes de la plate-forme mostaganemoise sont plus explicites, puisque j'ai pu en effet y retrouver (J. Caulet et L. Redier, 1968) quelques colonies épigénisées et très mutilées d'une espèce, *Acanthodesia savartii f. delicatula* (Busk, 1959) actuellement inconnue en Méditerranée mais très répandue dans tous les terrains pliocènes et quaternaires anciens circumméditerranéens (F. Canu, 1903 et R. Lagaaij, 1952) (voir planche n° III).

Les restes de cette espèce, d'âge antéflandrien et probablement antétyrrhénien, portent les traces d'un remaniement intense, en partie subaérien (patine d'hydroxydes de fer) et sont accompagnés

Source : MNHN, Paris

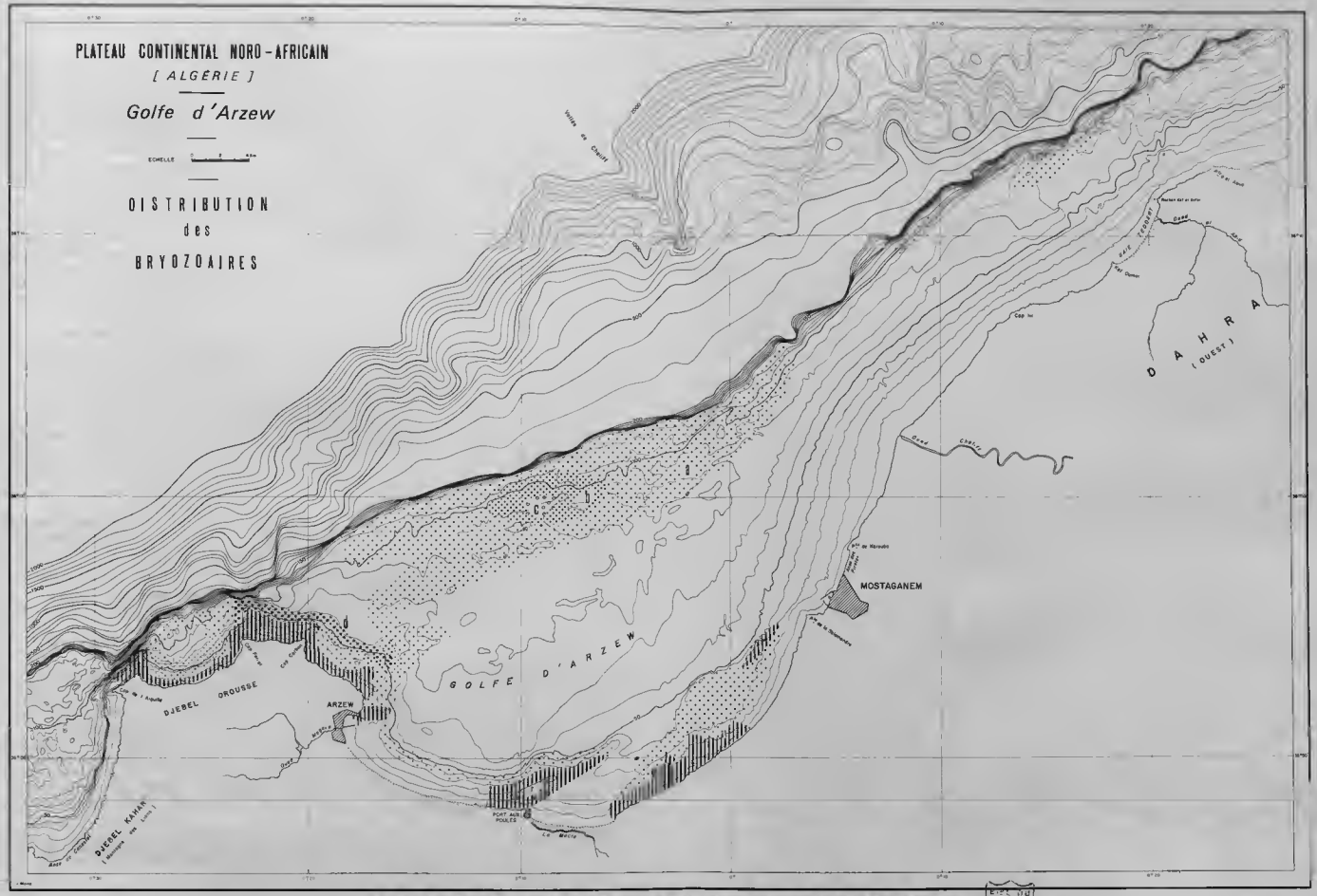



Fig. 36. Distribution des accumulations de Bryozoaires dans les sédiments organogènes du golfe d'Arzew. Importance des fractions : $a$ = de 0 à 5 %; $b$ = de 5 à 10 %; $c$ = de 10 à 20 %; $d$ = plus de 20 %; $r$ = fonds durs.

E. PAL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR. PARIS

Source : MNHN, Paris

uniquement par des colonies le plus souvent intactes déposées manifestement *in situ*. Les fractions *Bryozoaires* renferment, en effet, plus de 60 % de Cupuladriidae, 20 % de Cellariidae et un peu moins de 20 % de fragments non identifiables. Cela montre d'une part que le remaniement des *Acanthodesia* (3 ou 4 petits fragments dans 100 g de sédiment) n'est pas contemporain et doit donc être antéflandrien, d'autre part que depuis le début de la dernière transgression (1), aucune biocénose coralligène n'a pu se développer sur ces fonds pourtant favorables, ce qui confirme ainsi les observations faites sur les Bivalves de ces sédiments.

Si on considère qu'au commencement et durant la dernière submersion du précontinent, les fonds à vases mixtes au large du Dahra étaient dans la position qu'ils occupent actuellement, c'est-à-dire si les conditions de profondeur, d'éclairement ont été durant toute la période flandrienne les mêmes (comme c'est le cas aujourd'hui) que celles qui ont régné sur les reliefs mous devant Arzew et y ont permis le dépôt de matériaux coralligènes présentement envasés, l'absence de débris coralligènes dans les vases mixtes ne peut s'expliquer que par un envasement plus précoce de cette portion Est du précontinent oranais.

Mais, dans ce cas, la marge continentale concernée aurait été recouverte d'un manteau de boues et de vases argileuses suffisamment épais pour que tout le matériel grossier plio-quaternaire soit masqué et en tout cas hors d'atteinte pour l'endofaune fouisseuse installée à la surface du fond.

Aussi, pour rendre compte de l'existence et de la composition des vases mixtes faut-il supposer :

— ou bien que les apports anciens proviennent de la côte, ce qui n'est pas possible vue la nature argileuse de tous les sédiments voisins;
— ou bien que l'approfondissement de tout le secteur est très récent;
— ou bien que l'envasement, déclenché dès que le niveau zéro actuel eut été atteint, a été très lent durant la majeure partie de la période post-flandrienne pour s'accélérer seulement dans les derniers temps (période historique).

Si l'on ne peut rejeter comme improbable l'idée d'un approfondissement plus récent de la marge du Dahra, vue l'importance des mouvements qui ont affecté et affectent encore tout l'arrière-pays (2), on devrait alors retrouver dans les vases mixtes un grand nombre de Mollusques littoraux, de thalles calcifiés et aussi des accumulations de Bryozoaires d'un type équivalent à celui que nous allons définir plus loin. Or, les Bivalves et les Gastéropodes littoraux sont très peu fréquents, les Bryozoaires uniquement circalittoraux et peu remaniés et il n'y a pas (nous l'avons vu) d'Algues calcaires.

Comme il parait ainsi exclu que les fonds à vases mixtes aient été soumis à des conditions de milieu typiquement superficielles pendant un temps beaucoup plus long que n'a duré le début de la transgression flandrienne, *il faut donc revenir à la dernière hypothèse et envisager que leur envasement, et sans doute aussi celui de toute la marge est-oranaise, ne s'est considérablement développé que depuis une époque très récente, qu'on ne peut malheureusement chiffrer mais qu'on soupçonnera devoir être d'ordre historique.*

A ce propos, d'autres arguments seront donnés plus loin et une analyse complète de l'évolution des formations organogènes oranaises sera présentée en conclusion de ce chapitre.

### Les petites accumulations des hauts-fonds et de la bordure littorale.

Leur importance est très faible et dépasse rarement la proportion de 3 %. Sur les hauts-fonds (autour des Îles Habibas ou de l'Ile Plane) leurs accumulations sont faites de débris roulés et usés dans une proportion de 75 % au moins, les Celleporidae et surtout ***Schismopora tubigera*** représentant de loin la majeure partie des formes encore déterminables.

Dans les *maerls* grossiers du littoral, les fractions renferment encore plus de fragments roulés et cassés (90 % en moyenne) tandis que les rares colonies reconnaissables sont pour la plupart des bâtonnets cylindriques de ***Margaretta cereoides***, (espèce considérée par Y. V. GAUTIER comme très superficielle) (3) et, en plus faible part, des petites sphères de Celleporidae. Aucune des fragiles espèces caractéristiques de l'herbier de Posidonies n'a pu être retrouvée; leurs zoaria, broyés après leur mort, doivent enrichir sans doute la masse des débris bioclastiques si importants à ces niveaux.

(1) Une discussion plus détaillée de la régression antéflandrienne et de son ampleur locale sera donnée plus loin.
(2) R. LAFFITTE (1942), (1950 a), (1950 b), Y. GOURINARD (1954), L. BALOUT (1955).
(3) Je ne l'ai effectivement jamais retrouvée au-dessous de — 60 m, sauf bien sûr dans quelques dépôts anciens.

Source : MNHN, Paris

Dans les sables à Bioclastique et à Coquillier de la bordure littorale, les fractions *Bryozoaires* ont une composition identique.

*En définitive, si les accumulations reconnues sur les hauts-fonds et sur la bordure littorale n'ont pas de caractères distinctifs, toutes, en revanche, sont très différentes de celles de la plate-forme, à la fois par leur teneur élevée en fragments usés et cassés et par la présence d'espèces superficielles.* Il n'y a donc pas de transports de colonies depuis les fonds superficiels vers les dépressions de la plate-forme continentale, sauf dans le cas très particulier de bordures en falaises; à noter de plus que les Bryozoaires *caractéristiques* des mattes côtières ne résistent pas aux processus locaux de la sédimentation ce qui restreint d'autant les *espérances paléoécologiques* que l'on pouvait fonder sur leur recherche dans les sédiments.

**Les petites accumulations du rebord et de la pente continentale.**

D'importance insignifiante, elles sont partout, sauf dans les maerls profonds, constituées par des restes à peu près intacts de formes bien adaptées à la base de l'étage circalittoral : *Adeonellopsis distoma, Buchneria fayalensis, Palmicellaria elegans, Cellaria sinuosa*, plusieurs espèces de *Scrupocellaria* et de *Crisia*. Elles sont donc déposées sur place.

## D — DISTRIBUTION ET COMPOSITION DES FRACTIONS « ALGUES CALCAIRES »

Comme on a déjà pu rapidement le voir lors de la description des sédiments organogènes oranais, les fractions *Algues calcaires* se différencient de toutes les autres fractions biogènes par une composition à peu près constante jointe à une distribution très localisée.

La composition demeure constante car les thalles calcifiés recueillis sont à peu près partout les mêmes, exception faite des hauts-fonds. Sans aller très avant dans la systématique des Mélobésiées, qui est très délicate et ne peut être menée à bien que par quelques rares spécialistes parce que fondée surtout sur des observations d'ordre histologique, on peut regrouper les diverses formes suivant leur morphologie externe, en deux grands groupes :

— groupe des formes libres et branchues avec les deux espèces du *maerl* déjà citées ***(Lithothamnium calcareum*** et ***Lithothamnium corallioides)*** et quelques rares ***Lithophyllum racemus*** (Lamarck) Foslie dont le rôle est négligeable.

— groupe des formes encroûtantes ou crustacées, très variées, mais avec en grande abondance deux espèces généralement associées : ***Pseudolithophyllum expansum*** (Philippi) Lemoine et ***Lithothamnium fruticulosum*** (Kutz) Foslie (1).

A ce dernier groupe peuvent être rattachées toutes les concrétions, oncolithes, nodules ou *pralines* (2) qui sont fort peu fréquentes en Oranie (3).

*Remarques :*

Les débris des Corallinées et des Squamariacées sont pratiquement inexistants dans les sédiments organogènes oranais, à part quelques fragments très peu nombreux dans les maerls ou sables à Bryozoaires. On aura plus loin l'occasion d'en citer quelques espèces lors de la description des sédiments organogènes du précontinent constantinois.

Les fractions *Algues calcaires* de la région oranaise sont donc presque uniquement constituées par les débris des thalles du premier groupe et cela pose, comme on l'a déjà dit, un problème très

(1) Pour la systématique et la morphologie de toutes les formes citées, on se reportera avec grand profit à l'ouvrage très complet de G. Hamel et M^me^ P. Lemoine, 1952.

(2) Selon une expression de L. Dangeard (communication personnelle) reprise par J.J. Blanc pour les sédiments organogènes du Détroit de Sicile.

(3) La structure des nodules, pralines, oncolithes, ayant fait l'objet de nombreuses observations menant à des conclusions identiques (J.J. Blanc, L. Leclaire, J. Manivit, P. Hommeril) il me paraît inutile d'y revenir ici.

Source : MNHN, Paris

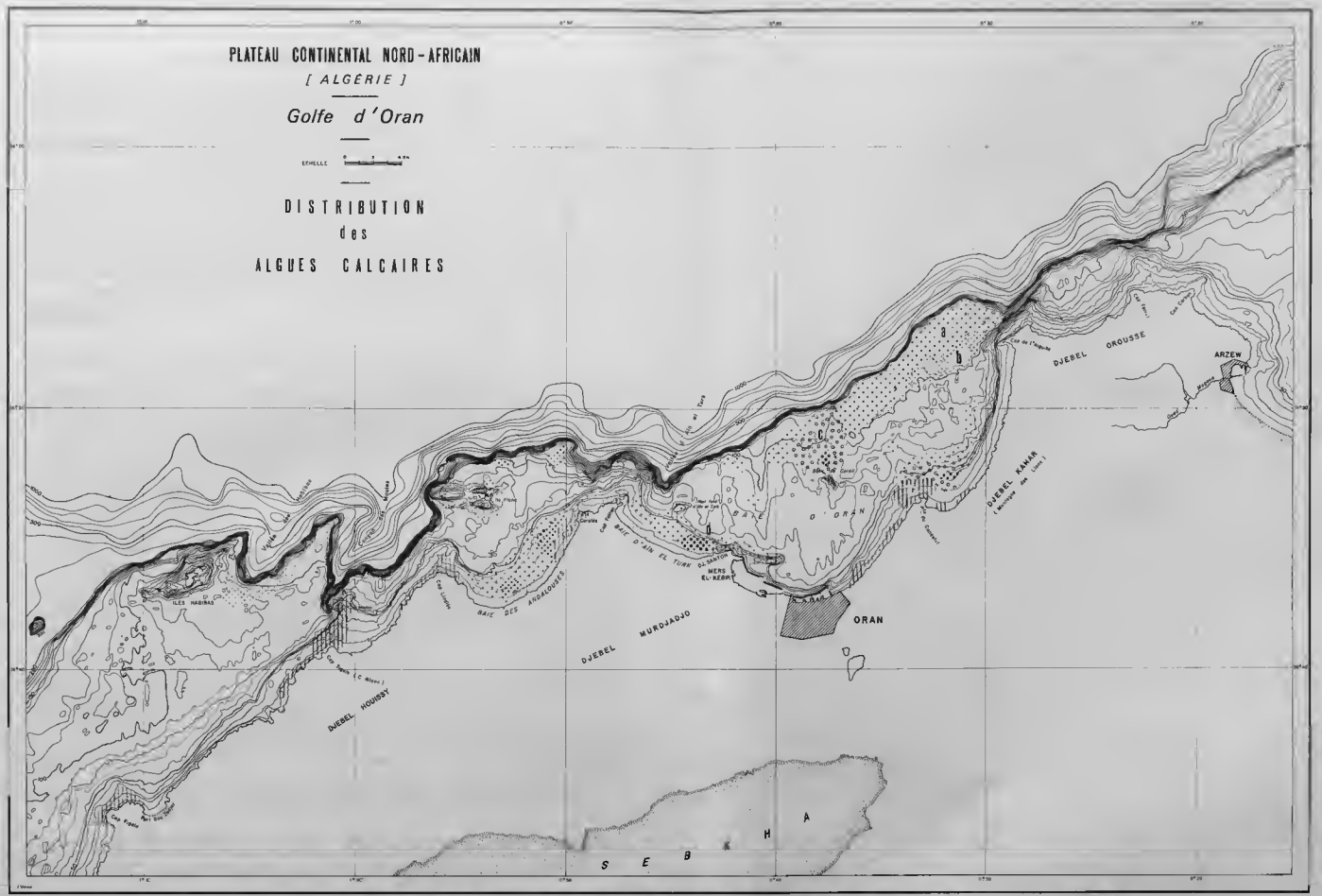



FIG. 27. — Distribution des accumulations d'Algues calcaires dans les sédiments organogènes de l'Oranie. Importance des fractions : $a$ = de 0 à 10 %; $b$ = de 10 à 20 %; $c$ = de 20 à 30 %; $d$ = plus de 30 %; $r$ = fonds durs.

MUSEUM D'HIST. NATUR.
Source : MNHN, Paris

intéressant car ces formes arbusculaires du *maerl* ont des *exigences écologiques* très marquées (1) : les formes arbusculaires qui édifient les formations bien connues du *maerl* vivent en effet dans des limites bathymétriques assez étroites qui empêchent leur prolifération en masse au-dessous de — 50 m. Elles ont besoin d'autre part de milieux encore bien éclairés, agités par des courants suffisamment compétents pour éviter le dépôt d'un épais manteau de particules pélitiques ou détritiques grossières et assurer en même temps une bonne ventilation du fond (R. JACQUOTTE, 1962).

Or les grandes accumulations de thalles que nous avons isolées dans les sables à Algues calcaires de l'Oranie sont localisées non seulement sur la bordure littorale mais encore sur les zones externes profondes de la plate-forme continentale à proximité du rebord. Si la formation des premières, entièrement actuelle, ne soulève aucune difficulté, il n'en va pas de même pour les secondes et deux alternatives ont déjà été proposées pour l'expliquer.

Si la seconde (ces accumulations sont d'anciens dépôts constitués sur place) s'avère la plus plausible, des conclusions très importantes peuvent alors être élaborées sur l'évolution des sédiments organogènes de la région au cours de la période holocène.

La composition ne nous fournissant pas à ce sujet d'autres éléments d'information, nous allons maintenant envisager la distribution des fractions *Algues calcaires* et la répartition de leurs diverses importances.

## DISTRIBUTION DES FRACTIONS « ALGUES CALCAIRES ».

Comme pour les Bivalves et les Bryozoaires, la distribution de l'importance des diverses accumulations de thalles calcifiés a fait l'objet de deux esquisses (voir fig. 27 et 28) qui mettent bien en évidence les faits suivants :

— il n'y a pas de gradients organogènes entre les riches accumulations de la bordure littorale localisées sur les aires actuellement productrices en Algues calcaires et les petites fractions de la plate-forme;
— ces dernières sont le plus souvent isolées des zones productrices, sauf en Baie d'Arzew et en baie d'Oran où elles paraissent en continuité avec celles du Banc de Corail;
— les mêmes isobathes « frontière » délimitent les accumulations profondes d'un bout à l'autre de l'Oranie (sauf en baie d'Arzew) et tous les gisements dessinent une frange continue suivant le rebord du précontinent;
— la distribution des fractions profondes oranaises est identique à celle des fractions littorales : les plus élevées sont situées juste au pied des accidents de la plate-forme et leur importance diminue progressivement vers le large sur une sorte de glacis préludant à la chute du talus continental;
— les importances des accumulations profondes d'Arzew se répartissent au contraire selon des auréoles d'intensités décroissantes tout autour d'une zone très riche, située de —90 m à — 100 m et allongée suivant un axe S.SW-N.NE, c'est-à-dire suivant une direction privilégiée selon laquelle sont alignées toutes les structures en *horst* de la bordure continentale oranaise (Y. GOURINARD, 1955).

Ces observations nous amènent à tirer les conclusions suivantes :

1. — *L'absence de gradients organogènes et l'isolement où sont les maerls profonds montrent à l'évidence que leurs accumulations ne peuvent provenir ni de la dispersion actuelle ou ancienne des thalles produits sur la ligne de rivage contemporaine, ni d'un transport des flores installées sur les hauts-fonds, flores dont la nature est d'ailleurs très différente comme on l'a vu.*

2. — *Il en résulte donc que ces maerls se sont formés sur place et que la constitution de leurs gisements n'est pas actuelle.* Cela implique qu'à ce moment-là les conditions de milieu étaient nécessairement très différentes de ce qu'elles sont maintenant, autrement dit que le niveau marin était alors plus bas qu'il ne l'est.

3. — *Ainsi est apportée, pour la première fois, la preuve que le précontinent oranois a été comme beaucoup d'autres, émergé sur une large étendue à une époque qu'il reste à définir.*

(1) Les formes crustacées réunissent tout un ensemble d'espèces à affinités écologiques très dissemblables qui peuvent être réparties sur les trottoirs littoraux (*Lithophyllum tortuosum*) comme dans les biocénoses coralligènes de plateau. Dans ce dernier cas, ce sont les deux espèces citées qui sont les plus fréquentes car elles s'accommodent bien de conditions sciaphiles et surtout d'un milieu très faiblement agité (J. PÉRÈS et J. PICARD).


Source : MNHN, Paris

4. — Peut-on, en l'état actuel de nos connaissances, dater cette émersion comme la mise en place des gisements de maerl profond ?

— Tout d'abord, en ce qui concerne la nature des divers débris organogènes recueillis dans ces maerls, il ne m'a pas été possible de retrouver, malgré de multiples investigations, des espèces vraiment éteintes et d'âge soit Pliocène, soit Quaternaire ancien, soit Quaternaire moyen, ou même des formes typiquement *chaudes* ou *froides* (1), comme celles qu'on a draguées en de nombreux points du précontinent provençal et plus précisément dans le golfe du Lion (2).

De plus, les rares Mollusques, caractéristiques de l'herbier ou de la roche infralittorale que j'ai isolés dans ces formations, et dont le dépôt doit être par conséquent contemporain de celui des thalles de Lithothamniées, appartiennent, comme on l'a vu, à des espèces vivant encore et participant présentement à la constitution des sédiments phycogènes ou, plus simplement, organogènes littoraux.

— Il apparaît ainsi que tout *le vieux matériel identifiable* que l'on retrouve dans les *maerls* profonds est entièrement analogue à celui que l'on rencontre actuellement dans les *maerls* côtiers. C'est donc que les grands facteurs climatiques qui conditionnaient le milieu marin lors de la prolifération puis du dépôt des Lithothamniées profondes devaient être au fond peu différents de ceux d'aujourd'hui et cela nous amène finalement à penser que ces maerls comme l'émersion correspondante ne datent ni d'une grande période froide ni d'une grande période chaude du Quaternaire ancien et moyen, mais bien plutôt de la dernière partie du Quaternaire récent.

— Or, de nombreuses études radio-chronométriques (3) des formations marines quaternaires, résumées et synthétisées au fur et à mesure par J. R. Curray (1961), F. P. Shepard (1963) et J. R. Curray et F. P. Shepard (1967) établissent que d'une façon à peu près générale le niveau marin s'est abaissé de —120 m, entre 20 000 et 19 000 ans B P, c'est-à-dire lors du dernier stade glaciaire important qui a affecté l'hémisphère nord et que durant tout l'Holocène, la transgression s'est poursuivie de manière continue jusqu'au niveau zéro actuel.

*Remarque :*

La limite bathymétrique de — 120 m qui correspond à la dernière régression des mers pléistocènes doit être considérée comme une limite moyenne raisonnable, quelques auteurs comme B. C. Heezen pensant cependant que : « a lowering of sea level in the Pleistocene of 160 — 180 m is not excessive » (4).

Bien entendu, cet abaissement général du niveau marin a affecté tout le bassin méditerranéen et L. M. J. U. Van Straaten a pu le mettre en évidence d'après l'étude des sédiments coquilliers du plateau continental de l'Adriatique (1965). Concurremment tous les dépôts marins antérieurs, tapissant les surfaces émergées et mis en place pendant la phase interglaciaire à haut niveau marin qui s'est déroulée entre 50 000 et 20 000 ans B P ont pu être érodés violemment ou pour le moins remaniés en surface. On peut, à ce propos, penser qu'une bonne partie des éléments bioclastiques indéterminables rencontrés dans les *maerls* tirent leur origine de ces dépôts et sans doute aussi de sédiments encore plus anciens. Les fragments d'*Acanthodesia savartii f. delicatula*, signalés dans les vases du Dahra, doivent probablement être dans ce dernier cas, car cette espèce est une forme *chaude* (on la retrouve actuellement dans les biocénoses de la ceinture équatoriale) qui porte, comme on l'a dit, toutes les traces d'un remaniement subaérien.

Les fragments d'Algues calcaires présentant une patine gris-vert (gisements des Iles Habibas, des Andalouses) pourraient bien être également d'origine assez ancienne. Leur patine serait due en partie, en effet, à la présence d'oxydes de manganèse (L. Leclaire, 1970) et on sait que des niveaux à Mélobésiées imprégnées par des sels de manganèse (minéralisations de bancs calcaires à la suite de la mise en place de « roches vertes ») ont été signalés dans le Miocène supérieur d'Oran (Y. Gourinard, 1958)

(1) Voir à ce sujet la synthèse très claire de P. Mars (1963), intitulée *Les Faunes et la stratigraphie du Quaternaire Méditerranéen.*

(2) La présence de ces formes *froides* ou *chaudes* donne d'ailleurs des renseignements qu'il faut interpréter avec précaution et en tenant compte des variations hydrologiques des masses d'eau à l'échelle du bassin méditerranéen. Rappelons à ce sujet que les gisements *froids* du golfe du Lyon, primitivement datés du Quaternaire ancien (Calabrien-Sicilien) se sont vus attribuer par la suite un âge beaucoup plus récent (Tardiglaciaire) (P. Mars, Mathely et Paris, 1957).

(3) Localisées entre autres dans le Pacifique (R.W. Fairbridge, 1961 - O.K. Emery, J.I. Jr Tracey and H.S. Ladd, 1954 - E.D. MacKee, 1959), dans les Pays-Bas (S. Jelgersma et A.J. Pannekoek, 1960) sur le précoutinent Est-Américain (J.R. Curray, 1960 - W.S. Broecker, 1961).

(4) Discussion au cours du 17e Symposium de la Colston Research Society, avril 1965.

Source : MNHN, Paris

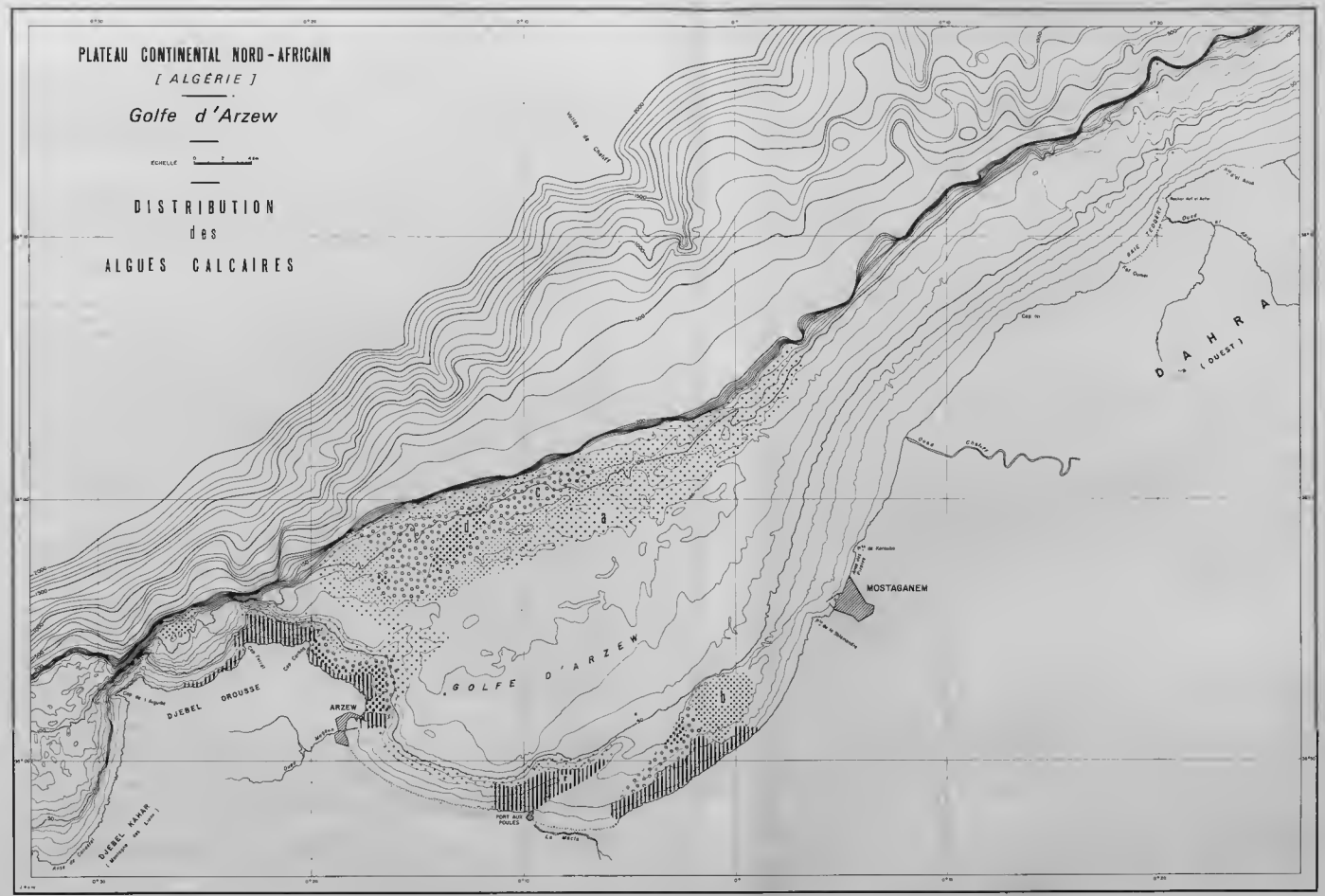



Fig. 28. — Distribution des accumulations d'Algues calcaires dans les sédiments organogènes du golfe d'Arzew. Importance des fractions : $a$ = de 0 à 10 %; $b$ = de 10 à 20 %; $c$ = de 20 à 30 %; $d$ = plus de 30 %; $r$ = fonds durs.

Source : MNHN, Paris

et dans le Pliocène du Bassin du Chélif (A. PERRODON, 1957). Cependant, il est difficile d'établir à coup sûr une identité complète entre les fragments d'Algues gris-verts dragués sur le Précontinent et les Mélobésiées du Mio-pliocène car aucune détermination précise de ces dernières, établissant la nature arbusculaire de leurs thalles n'a été réalisée à ma connaissance. Sans exclure totalement la possibilité qu'une partie de ces fragments retrouvés dans les *maerls* profonds soit d'origine antépléistocène, il semble difficile d'attribuer à tous les débris de Lithothamniées, et en particulier les formes bien identifiables, cette même origine.

La dernière émersion du précontinent algérien ayant dû perdurer pendant au moins 10 000 ans suivant les dernières estimations, si toutes les Lithothamniées et les espèces littorales accompagnatrices avaient été déposées auparavant, c'est-à-dire au début ou avant la première transgression du Quaternaire récent vers 50 000 ans BP, il est hors de doute que leurs accumulations auraient été d'abord enfouies, puis dispersées, et remaniées lors de la dernière avancée et du dernier recul des mers pléistocènes. Par là même, la répartition de l'importance des fractions *Algues calcaires* profondes ne serait pas ce qu'elle est, c'est-à-dire semblable à la distribution qui caractérise les accumulations en voie de formation.

— Toutes ces raisons m'incitent donc à attribuer un âge très récent aux maerls profonds et à *dater leur mise en place de la période correspondant au dernier stade glaciaire*. Evidemment, des datations au 14 C apporteraient une confirmation nécessaire, mais ce n'est pas sûr a priori. En effet, les débris de thalles comme les coquilles qui les accompagnent n'ont pas été enfouis par des particules pélitiques depuis le début de la transgression flandrienne puisqu'on les retrouve encore dans de simples dragages effectués avec un engin très léger, et de ce fait, ont dû rester en contact avec le milieu marin pendant toute cette période; un grand nombre de débris et de coquilles est de plus manifestement remanié par l'endofaune actuelle ou même encroûté par des thalles incrustants et des Bryozoaires d'âge sans doute très variable. Dans ces conditions, les échanges entre le 14 C des coquilles et le 12 C du milieu externe ont certainement été facilités et les marges d'erreur de la méthode qui sont déjà fort élevées lorsqu'elle est appliquée à du 14 C ne provenant pas de matières organiques, deviennent alors inacceptables « il semble bien vain de vouloir dater une coquille par sa teneur en 14 C », (J. et Y. THOMMERET, 1965). Pour pallier tous ces inconvénients, il faudrait tester un grand nombre de débris dans l'espoir d'en obtenir de non remaniés, mais la datation finale serait fort longue, fort coûteuse pour un non-spécialiste sans être forcément fructueuse. C'est pourquoi je n'ai pas été incité à l'entreprendre pour l'instant, mais il est hors de doute qu'elle devra être envisagée lorsque des données plus nombreuses et moins perturbées (carottages) pourront être à nouveau réunies.

5. — L'accumulation des *maerls* datant vraisemblablement du début de la période holocène et le niveau moyen de la mer étant de —120 m pendant la régression précédente, peut-on, d'après la répartition des fractions *Algues calcaires* savoir si le dépôt des Lithothamniées a débuté en même temps que la transgression ou bien s'il était déjà commencé auparavant ?

Si l'on tient compte uniquement des limites bathymétriques qui enserrent les gisements des trois plates-formes ouest-oranaises, il semble à première vue que la première hypothèse (le dépôt des *maerls* a été « enclanché » au début de la transgression) doive être retenue : la frontière supérieure des gisements est en effet très nettement marquée par l'isobathe —100 m, l'inférieure plus floue avoisinant souvent —130 m. Dans ce cas, on peut, en tenant compte de la densité élevée des fragments de thalle au voisinage de l'isobathe —100 m et en comparant la distribution des fractions profondes avec celle des fractions côtières, observer que le rivage contemporain de la formation des *maerls* du large a dû approximativement se situer aux alentours de —90 m à —80 m, soit de 30 à 40 m au-dessus du niveau moyen de la régression.

Cependant, pour que de telles accumulations de *maerl* aient pu se produire, il faut nécessairement que le niveau marin se soit maintenu à une altitude constante pendant une assez longue période, autrement dit il faut qu'il y ait eu une pause suffisante dans son élévation. Or, toutes les études portant précisément sur les variations de niveau de la mer holocène, après le début de la transgression, indiquent d'une part qu'il n'y a pas eu de pause entre le niveau —120 m et le rivage actuel et d'autre part que le rythme de remontée a été très rapide jusqu'à —8 000 ou —7 000 B P. On peut aussi remarquer qu'on ne rencontre pas de *maerl* sur la portion de précontinent comprise entre —100 m et le rivage actuel.

Si la transgression a été très rapide au début et s'il n'y a pas eu de pause, on ne peut donc retenir l'hypothèse choisie et *il faut donc considérer que les maerls profonds ont dû se déposer pendant la*

Source : MNHN, Paris

*dernière régression et au tout début de la transgression suivante.* Mais cela implique qu'en Oranie le niveau marin était alors supérieur de —30 m à ce qu'il était pour tout le reste de l'océan mondial, ce qui est évidemment une impossibilité si l'on n'envisage que le « côté eustatique » de la question.

D'ailleurs, si l'on tient compte des limites bathymétriques qui enserrent les *maerls* d'Arzew, on est amené, les accumulations les plus riches (donc les plus superficielles) étant situées vers —90 m en moyenne, à observer un décalage encore plus grand et donc à concevoir que les *maerls profonds* ne sont plus installés à l'altitude même de leur dépôt.

6. — En effet, le décalage entre le niveau général de la régression et les niveaux locaux n'est qu'apparent si les gisements sont remontés au cours de la période holocène. Or tout le littoral oranais est précisément affecté d'un mouvement de lente surrection ayant commencé dès le Miocène par l'apparition de *horsts* et se prolongeant au long du Quaternaire par la déformation de presque tous les dépôts marins. Sans revenir ici sur tous les indices de ce mouvement, mis en évidence par R. Laffitte (1942, 1950) et dont de nombreux exemples sont donnés et interprétés par Y. Gourinard (1958), on sait même d'après ce dernier auteur que les indices de déformation récents sont si nets sur tout le littoral « qu'on ne peut échapper à la nécessité de mouvements très récents (sinon actuels) pour interpréter ces faits (ibid. 1958, p. 31). Poussant plus loin et interprétant les courbes du médimarémètre d'Oran pour la période comprise entre les années 1890 et 1950, Y. Gourinard parvient également à la conclusion qu'en admettant une remontée eustatique constante de 1,3 mm / an (pour la même période) « on trouve un soulèvement des terres d'environ 0,3 mm / an » (ibid, 1958, p. 158).

Si donc l'ensemble du précontinent oranais est animé de ces mouvements de surrection, il nest pas étonnant que la ligne de rivage contemporaine de la régression initialement cotée à — 120 m ait pu être portée à —100 m. Peut-on en déduire que le relèvement de la plate-forme a été réellement de cet ordre de grandeur ?

En supposant que le soulèvement soit demeuré équivalent à ce qu'il est maintenant, on peut calculer, d'après les chiffres fournis par Y. Gourinard, que toute cette plate-forme oranaise n'aurait pu se relever que de 6 m au grand maximum pendant la période holocène, ce qui apparaît comme manifestement insuffisant. Mais l'amplitude du soulèvement n'est pas partout la même car «les parties... soulevées aux plus hautes altitudes correspondent aux zones centrales des horsts et l'amplitude décroît régulièrement autour d'elles » (ibid, 1958, p. 49) et d'autre part, toutes les indications tectoniques semblent indiquer que le rejeu des substructures a lentement diminué d'intensité au cours du Quaternaire récent. Une erreur de ± 10 m autour de l'isobathe —100 m, pris comme limite apparente de régression doit enfin être considérée comme inévitable du fait que les *maerls* ont dû certainement continuer à proliférer après le début d'élévation du niveau marin.

Finalement si la remontée de la plate-forme oranaise parait indubitable, il est difficile d'après toutes ces observations d'en évaluer l'amplitude avec précision : tout au plus peut-on penser qu'elle n'a pas dû dépasser une dizaine de mètres.

7. — Elle a sans doute été beaucoup plus forte devant Arzew comme le montre la profondeur des gisements de *maerl* et cela peut très bien s'expliquer par la proximité du grand *horst* des Monts d'Arzew, selon les schémas proposés par Y. Gourinard.

Cependant, cette remontée ne s'est pas effectuée dans les mêmes conditions que devant Oran, c'est-à-dire qne tout l'ensemble de la plate-forme n'a pas dû se soulever d'une seule piéce car la distribution en *auréoles* des fractions *Algues calcaires* indique qu'il n'y a pas eu tout d'abord de ligne de rivage rectiligne et que les thalles ont dû se disperser vers l'extérieur comme vers l'intérieur du précontinent, autour d'une zone productrice de type insulaire, installée sur l'emplacement du rebord actuel.

*Pour qu'une telle répartition ait pu avoir lieu, il faut à l'évidence que l'extrémité N.E. du massif d'Arzew, maintenant profondément immergée, soit demeurée sous une plus faible épaisseur d'eau que le reste de la plate-forme, autrement dit qu'au moment du dépôt des maerls, avant et au début de la transgression flandrienne, le centre du golfe soit resté plus déprimé par rapport au rebord qu'il ne l'est aujourd'hui.*

Une telle paléogéomorphologie implique nécessairement qu'à la même époque tout le précontinent d'Arzew était en train de subir la même évolution que son arrière-pays à savoir que les zones subsidentes depuis le Néogéne étaient en voie d'abaissement tandis que les zones de seuils se relevaient (J. Boulaine, 1953).

Source : MNHN, Paris

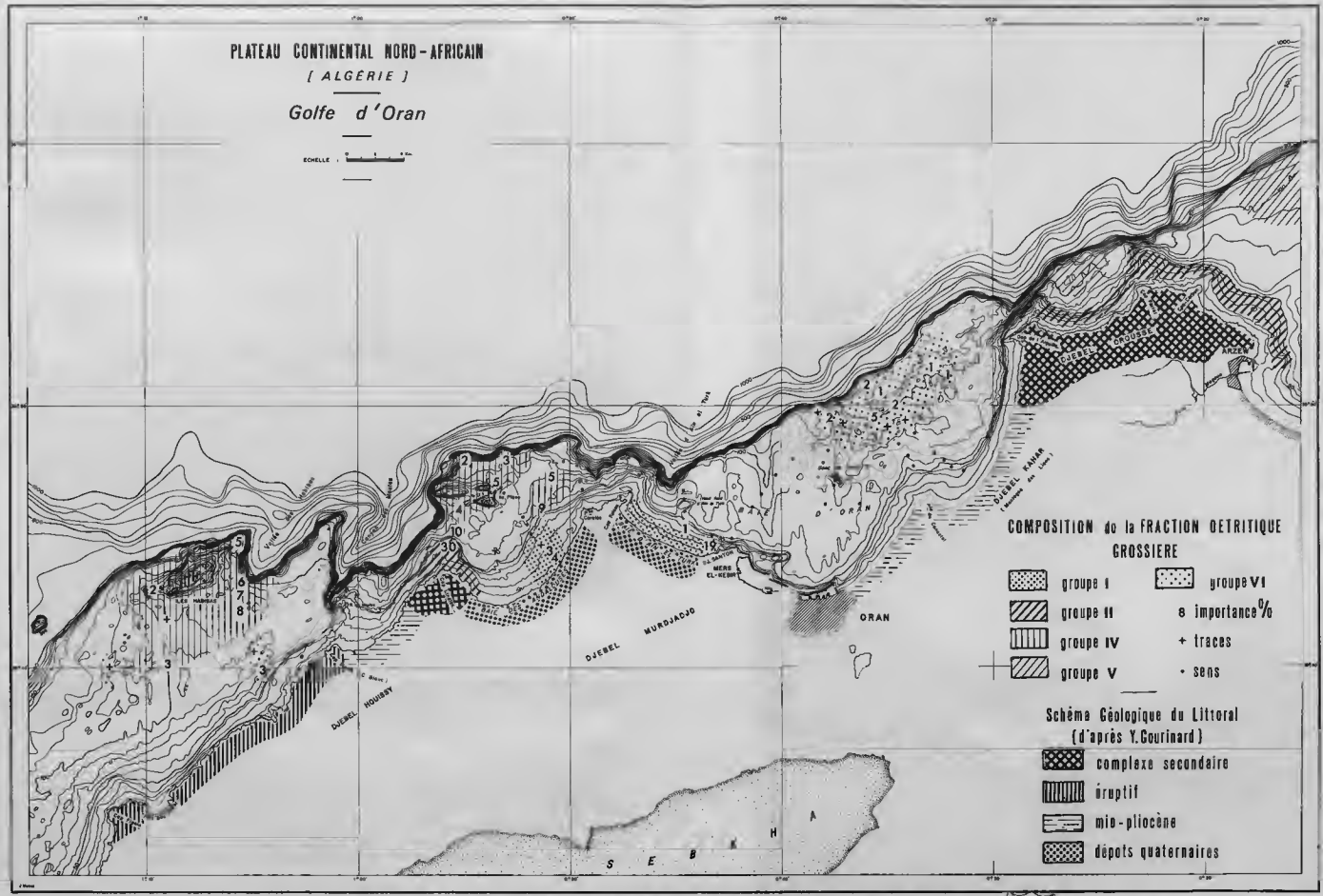



FIG. 29. — Distribution des accumulations de matériel *Terrigène grossier* dans les sédiments organogènes de l'Oranie.

BIBLIOTHÈQUE DU MUSEUM D'HIST. NATURELLE


Source : MNHN, Paris

Prolongement de la plaine de l'Habra, le centre du golfe a donc suivi son évolution tandis que le rebord du précontinent, rattaché aux zones en surrection, a dû continuer à remonter et le contraste entre la sédimentation sur ces deux secteurs s'est encore aggravé après le commencement de la transgression flandrienne car des biocénoses coralligènes se sont installées comme on l'a vu sur les fonds en relief du large tandis que des vases et boues terrigènes occupaient la dépression centrale. Par la suite le dépôt de ces dernières devait prendre de vitesse la subsidence de la vasière, relever peu à peu le niveau de sa surface jusqu'à celui du rebord et commencer à ensevelir les biocénoses coralligènes qui n'avaient pas encore eu le temps de recouvrir complètement de leurs débris les *maerls* anciens.

Ainsi, sédimentation et diastrophisme paraissent-ils intimement liés et les *maerls profonds* d'Arzew par leur répartition justifient-ils l'appréciation d'A. PERRODON (1957, p. 311) « A l'époque actuelle, enfin, nous atteignons la dernière étape de la *marche de l'onde de subsidence* vers le N. W. pour reprendre l'expression de M. GIGNOUX et nous sommes les témoins de ses manifestations dans la plaine de l'Habra et dans le golfe d'Arzew ».

## E — DISTRIBUTION ET COMPOSITION DES FRACTIONS « TERRIGÈNE GROSSIER »

Les débris terrigènes grossiers sont, comme les Algues calcaires, peu répandus dans les sédiments organogènes oranais, et leur mise en place pose à peu près les mêmes problèmes. C'est que, fort peu abondants d'une façon générale, ils arrivent néanmoins à former d'importantes fractions dans quelques sédiments mixtes de la bordure littorale à proximité des reliefs côtiers et sont parfois fréquents dans quelques formations organogènes de la plate-forme, comme par exemple les *maerls profonds* ou les vases mixtes à coquillier du Dabra.

La composition de leurs accumulations est naturellement très variable, mais les fractions de la plate-forme continentale renferment des éléments souvent différents de ceux que l'on rencontre à la côte et quelquefois même (c'est le cas dans les vases mixtes du Dabra) ces éléments portent les traces d'un remaniement extrêmement prolongé. La question de leur mise en place, comme de leur origine, se pose alors très nettement : ces particules terrigènes enfouies dans la sédimentation organogène circalittorale dérivent-elles, comme celles de la bordure littorale, de l'érosion marine actuelle des terrains côtiers ou bien ont-elles été, avant ou en même temps que les *maerls profonds*, déposées à à une époque relativement ancienne ?

Après examen de la composition et de la répartition des fractions *terrigène grossier* (fig. 29 et 30), on voit tout d'abord que les particules terrigènes, regroupées selon leur nature, peuvent être classées en 6 groupes que l'on peut à leur tour réunir, suivant leur distribution, en deux grands ensembles : les fractions terrigène grossier des sédiments organogènes littoraux; les fractions terrigène grossier des sédiments organogènes de la plate-forme.

### I — LES FRACTIONS « TERRIGÈNE GROSSIER » DES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES LITTORAUX.

De compositions très diverses, elles ont cependant en commun de résulter de l'érosion marine actuelle des formations anciennes du rivage. Suivant la nature de leurs composants, elles se scindent en trois groupes dont les gisements sont également bien particuliers.

#### a) Groupe I.

Caractéristique uniquement des sédiments organogènes de la bordure littorale situés devant les plages et les herbiers, ce groupe comprend essentiellement des fractions rassemblant des grains de quartz et des débris de grès ou de lumachelle. Tous ces éléments tirent leur origine de l'érosion marine des dunes consolidées et des terrasses quaternaires de la côte par les grandes boules de tempête. Les grains de quartz, émoussés-luisants pour la plupart, sont en effet identiques à ceux des sables de plage et quelques-uns, encore ronds-mats, indiquent qu'une bonne part du stock provient de la *reprise* contemporaine de matériaux anciennement éolisés. Les fragments de grès à grain moyen et



Source : MNHN, Paris

ciment calcaire, ainsi que les débris plus rares de lumachelles à Pectuncles sont, d'autre part, tout à fait semblables à ceux qui constituent les formations quaternaires du rivage (Y. GOURINARD, 1958), L'importance de toutes ces fractions diminue au fur et à mesure de l'éloignement de la côte tandis que les grès et les lumachelles sont progressivement remplacés par de simples quartz de plus en plus émoussés-luisants ou translucides. Les principaux agents de l'érosion et de la mise en place de toutes ces particules détritiques sont les courants dus à la houle comme l'indiquent les analyses granulométriques et morphométriques que j'ai pu effectuer sur l'ensemble des plages compris entre Arzew et Port aux Poules (J. CAULET, 1962). La dispersion de tous les matériaux terrigènes vers le large est généralement limitée aux fonds supérieurs à — 40 m.

b) **Groupe II.**

Les diverses fractions réunies dans ce groupe ont une composition plus hétéroclite car elles proviennent des sables draguès devant le cap Lindlès et autour de la montagne d'Arzew. Elles ont en commun de compter parmi les plus importantes que nous ayons reconnues en Oranie et d'être généralement formées par des fragments de roches métamorphiques issus de la dégradation actuelle des massifs secondaires littoraux.

Devant le cap Lindlès, elles renferment comme on l'a vu des débris de schistes arrondis, noirs ou violets, ainsi que des graviers très anguleux de quartz filoniens qui proviennent tous des terrains anciens du massif littoral. Du cap de l'Aiguille à Arzew, elles sont faites de quartz filoniens et de calcshistes très usés et friables.

Leur domaine est strictement limité par l'isohathe — 50 et leur densité décroît rapidement depuis la côte jusque vers cette profondeur. Les variations bathymétriques de la composition sont parallèlement très nettes : plus les échantillons analysés sont profonds, moins les matériaux schisteux sont abondants. La fraîcheur de tous les débris et notamment l'absence d'une patine quelconque indiquent enfin que le transport de tous ces matériaux a été réduit et que la constitution de ces accumulations est donc subactuelle.

c) **Groupe III.**

Il rassemble toutes les populations de particules détritiques triées dans les sables grossiers recueillis à la partie supérieure des hauts-fonds de la plate-forme Ouest-oranaise (autour des îles Habibas et de l'île Plane). Ses fractions renferment des graviers uniformément constitués de brèches et tufs volcaniques, des fragments de calcite recristallisée et des quartz d'origine filonienne. De taille assez grande, ces graviers sont presque tous encroûtés par des Mélobésiées mais l'angulosité de leurs contours indique combien leur dépôt est actuel et combien ils sont proches de leur source : les formations éruptives insulaires.

2 — **LES FRACTIONS « TERRIGÈNES » DES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES PROFONDS.**

Elles sont bien moins importantes que les précédentes dont elles sont souvent isolées; quoique généralement formées d'éléments usés et patinés, elles présentent des compositions très diverses et peuvent également être classées en trois groupes dont la répartition est bien tranchée.

a) **Groupe IV.**

Il est constitué par les fractions reconnues dans les sédiments organogènes profonds du plateau des Habibas et de la baie des Andalouses. Situées à proximité des îles, ces fractions ont une composition qui s'apparente beaucoup à celle du Groupe III. Elles sont faites, en effet, de quartz filoniens, de débris, de brèches et de tufs volcaniques arrachés sans doute aux mêmes appareils éruptifs insulaires.

Mais à la différence du matériel détritique observé dans les sables des hauts-fonds, tous ces fragments, plus profonds, sont usés (les quartz sont uniformément arrondis) et généralement recouverts d'une épaisse couche rougeâtre d'hydroxydes de fer. Leurs formes comme leur altération indi-

Source : MNHN, Paris

quent qu'avant d'avoir été mêlés aux débris organogènes, ils ont été soumis à une longue dégradation, en bonne partie sous climat subaérien et qu'ensuite ils n'ont pas été fortement repris par l'érosion marine. De ce fait, leur dispersion à la surface des plates-formes continentales ouest-oranaises ne peut résulter de l'action des courants actuels et leur mise en place doit être relativement ancienne, sans doute contemporaine d'une phase de régression marine.

b) **Groupe V.**

Les fractions étroitement localisées dans les sables et vases à Algues calcaires profonds de la baie d'Arzew forment ce V^e^ groupe dont la composition homogène est à peu près analogue à celle du groupe II plus littoral. Les particules qu'on rencontre ici sont, en effet, pour la plupart des débris de quartz filoniens et plus rarement des fragments de calcschistes ou de chloritoschistes.

Du point de vue origine, ces fractions profondes sont donc entièrement assimilables à celles du groupe II : toutes résultent du démantèlement et de la dispersion des formations secondaires visibles actuellement dans le Dj. Orousse.Mais si le dépôt des plus superficielles est bien subactuel, il ne semble pas qu'il en soit de même pour la mise en place des plus profondes. Ces dernières sont en effet complètement isolées des premières et de plus toutes les particules qu'elles renferment présentent des formes très arrondies (les quartz filoniens sont remarquables à cet égard) ainsi qu'une écorce, une enveloppe épaisse, d'hydroxydes de fer.

*Tout cela indique que les éléments terrigènes enfouis dans les maerls profonds d'Arzew ont été longuement roulés et altérés sous un régime subaérien et donc que leur étalement sur le précontinent, probablement contemporain de celui des fractions du groupe IV, n'a pu également s'effectuer qu'au cours d'une phase de régression marine.*

c) **Groupe VI.**

Relativement dispersés sur les trois plates-formes oranaises des Habibas, d'Oran et d'Arzew, les matériaux terrigènes grossiers réunis dans le Groupe VI sont plus particulièrement abondants dans les *maerls profonds* d'Oran et les vases à Coquillier draguées au large du Cap Ivi.

Leur composition est très différente de celle des deux autres groupes de matériaux terrigènes profonds car ce sont des débris de grès et des grains de quartz semblables à première vue à ceux que l'on voit en abondance dans les sédiments organogènes côtiers et sur les plages. Mais l'analogie de composition n'est qu'apparente car si l'on examine en détail les fragments de grès, on s'aperçoit d'abord que leurs contours sont très arrondis, qu'il sont recouverts d'une patine rougeâtre d'hydroxydes de fer et enfin que leurs éléments sont des grains de quartz très fins portant presque tous les traces d'une éolisation très marquée. La morphologie des grains de quartz isolés concorde d'ailleurs parfaitement avec celle des éléments des grès, ils sont en majorité (85 %) ronds-mats. D'une façon générale, le pourcentage des grains émoussés-luisants est pratiquement négligeable et tout cela montre que les débris terrigènes grossiers du groupe VI n'ont aucun lien avec le stock détritique si abondant à la côte dont ils sont d'ailleurs complètement séparés.

*Les matériaux terrigènes du groupe VI ne peuvent donc provenir que du démantèlement peu avancé de formations gréseuse profondes, elles-mêmes mises en place sous un climat subaérien* (dunes consolidées par exemple).

3 — **DISCUSSION.**

Cette description rapide (1) de la répartition et de la nature des diverses fractions terrigène grossier nous conduit aux observations suivantes :

— Les éléments détritiques forment une part peu importante pour ne pas dire négligeable des sédiments organogènes oranais et leurs accumulations ne sont vraiment significatives que dans quelques formations côtières ou profondes;

(1) Une description plus détaillée de tous les éléments détritiques est donnée dans le mémoire de L. Leclaire.

Source : MNHN, Paris

— Ils proviennent en gros de trois sources principales qui sont :
  • les appareils éruptifs d'âge tertiaire en baie des Andalouses et autour des îles Habibas;
  • les terrains métamorphiques du « complexe secondaire » (pour reprendre l'expression de Y. GOURINARD) assurant l'essentiel des *horsts* côtiers, en baie des Andalouses et baie d'Oran;
  • les dépôts de plage et de régression (dunes consolidées) mis en place à différentes époques et à différents niveaux durant le Quaternaire et plus particulièrement pendant le Tyrrhénien (Y. GOURINARD, 1958).

— La mise en place de tous ces éléments ne s'est pas faite en même temps et seules les fractions isolées jusqu'à — 40 m sont pour ainsi dire *actuelles*;

— Tous les éléments terrigènes rencontrés dans les sédiments organogènes de la plate-forme, et plus significativement les formations anciennes, ont été remaniés et roulés depuis leur lieu d'origine jusqu'à leur emplacement présent au cours d'une (ou de plusieurs ?) régressions du niveau marin exposant presque tout le précontinent à l'érosion des agents atmosphériques (et c'est surtout évident en ce qui concerne les grès dunaires et les quartz éolisés dragués jusqu'à — 130 m);

— Le fait que tous ces matériaux terrigènes profonds gardent encore un aspect éolisé et une patine épaisse d'origine continentale montre que la phase subaérienne de leur remaniement a immédiatement précédé leur immersion et que leur reprise par l'érosion a été faible;

— On peut en déduire selon toute vraisemblance qu'ils n'ont donc été dispersés et éolisés que pendant la dernière grande régression du niveau marin et leur distribution fournit en définitive une bonne idée de la répartition des apports détritiques sur le précontinent oranais au cours de sa dernière émersion;

— On voit également que ces matériaux n'ont pas été tous repoussés vers le rivage actuel par la transgression flandrienne comme c'est un peu le cas dans le Golfe du Lion (C. DUBOUL-RAZAVET, 1957 et GALTIER, 1958);

— Il se confirme de plus que les *maerls profonds* d'Oran se sont déposés en contrebas de formations littorales analogues à celles que l'on voit maintenant aux Andalouses c'est-à-dire de terrasses et de dunes consolidées d'âge probablement tyrrhénien;

— Ces formations, situées entre — 100 m et — 80 m, ont vu leur relief peu abrasé par la dernière remontée de la mer et ont ainsi constitué d'excellents supports pour les biocénoses coralligènes installées plus tardivement et responsables encore de nos jours de l'édification de la majeure partie de la couverture organogène grossière de la région oranaise.

## F — DISTRIBUTION ET COMPOSITION DES PETITES FRACTIONS ORGANIQUES

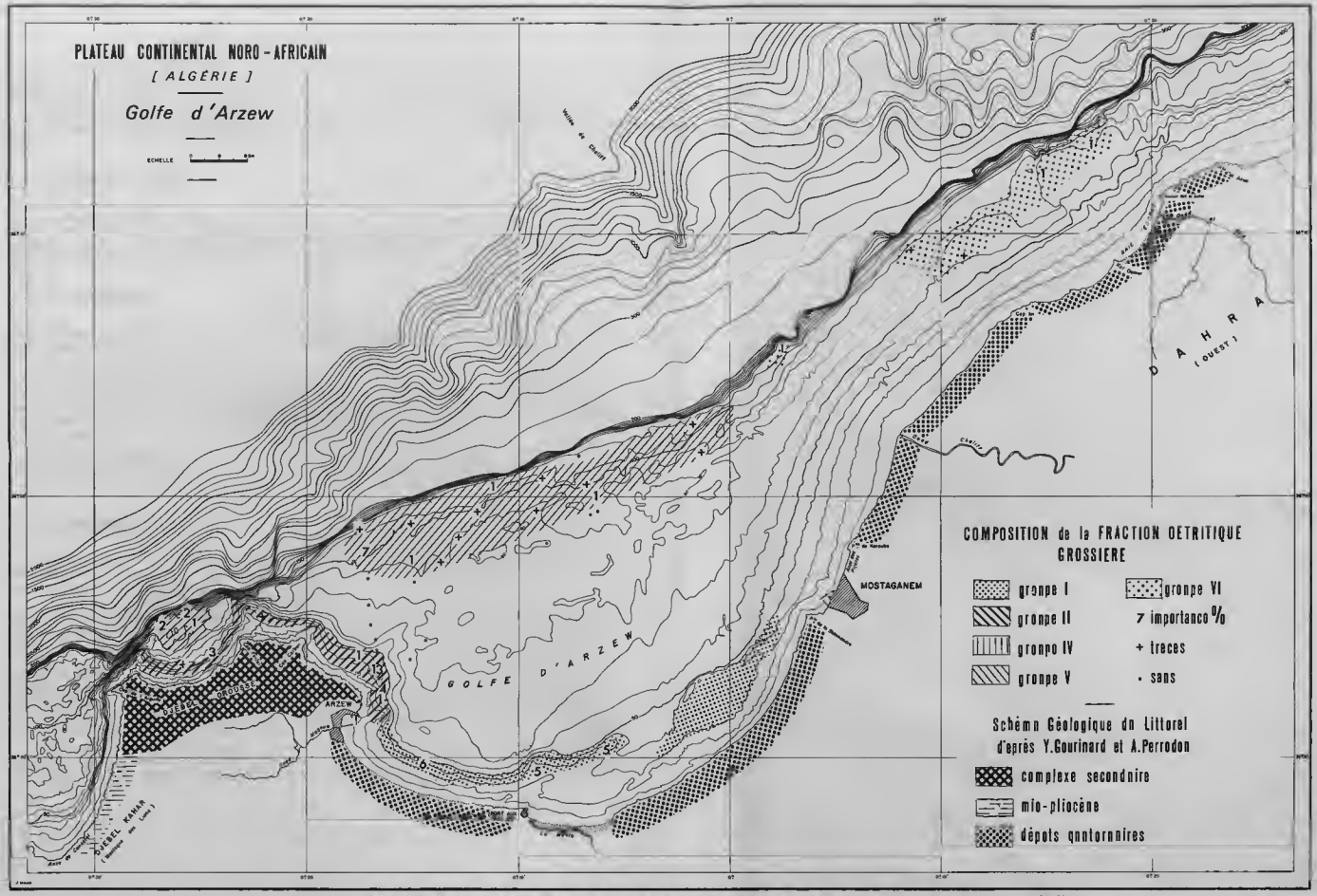
En dehors des éléments principaux dont nous venons de voir la répartition, les sédiments organogènes oranais renferment d'autres restes organiques, mais en si faible quantité qu'il n'est pas possible d'avoir une idée aussi exacte des variations de leur importance et de leur composition.

### 1 — LES ÉCHINODERMES.

Les plaques et radioles d'Echinides sont, on l'a vu, très peu nombreuses dans les sédiments organogènes et les fractions qu'elles forment, sont à peine évaluables et de ce fait apparemment constantes.

Les formes intactes et donc déterminables sont assez rares et il n'a pas été possible de procéder à des inventaires de populations comme précédemment. Les indications fournies par les espèces retrouvées tendent malgré tout à confirmer ce que nous a déjà appris l'analyse des accumulations de Bryozoaires ou Mollusques, à savoir que les débris des formes littorales ne sont en général jamais transportés au-dessous de — 50 m et que les restes des espèces circalittorales sont déposés « *in situ* »,

Source : MNHN, Paris


PLATEAU CONTINENTAL NORO - AFRICAIN
[ ALGÉRIE ]
Golfe d'Arzew
ECHELLE
Mostaganem
Arzew
Golfe d'Arzew
Golfe d'Arzew
Bethioua
Aïn el Turck
Oued Tlélat
Sebkha d'Oran
Oued Mekerra
Oued Habra
Oued Chélif
Oued Sig
Oued Macta
Oued Hamiz
Oued Rhiou
Oued Mina
Oued Rhiou
Oued Mina
Oued Habra
Oued Chélif
Oued Sig
Oued Macta
Oued Hamiz

Dans les sédiments organogènes littoraux, j'ai relevé ainsi uniquement des débris de *Paracentrotus lividus* et d'*Arbacia lixula* tandis que plus au large les débris les plus abondants sont ceux d'*Echinocyamus pusillus* (*gravellicole*) et de *Genocidaris maculata* (sciaphile circalittorale).

Les plaques d'Etoiles de Mer et d'Opbiures ne jouent aucun rôle dans la sédimentation organogène, contrairement à ce que l'on voit actuellement dans les sédiments zoogènes de la Manche (G. Boillot, 1964).

### 2 — LES HEXACORALLIAIRES.

Il sont encore moins fréquents et abondants que les Echinodermes. Généralement encroûtés et cassés, leurs restes ne sont présents que dans les sables à Bryozoaires et les espèces reconnues soulignent qu'ils proviennent surtout des formes communes dans les biocénoses coralligènes légèrement plus sciaphiles : ***Leptosammia pruvoti, Paracyathus pulchellus.***

### 3 — LES BRACHIOPODES.

La répartition et la nature de leurs accumulations ont déjà été évoquées dans une note préliminaire (J. Caulet, 1967) qui met surtout l'accent sur leur rareté dans les sédiments organogènes oranais.

Je n'ai pu, en effet, en retrouver que dans 5 stations seulement et leurs fractions n'y atteignent jamais la proportion de 1 %. Leurs débris caractérisent quelques fonds meubles à substratum probablement rocheux, au voisinage des hauts-fonds du large (Iles Habibas, Ile Plane), ou sur les parties accidentées du rebord continental (devant la Pte Canastel par exemple). Les dragages réalisés sur le Banc de Corail et le Banc d'Aïn el Türck n'en ont pas ramenés bien que P. Pallary (1900) les y ait signalés.

Dans toute la région, seules deux espèces : ***Argyrotheca neapolitana*** (non remaniée) et ***Megathiris decollata*** (très usée) sont représentées avec nette prédominance de la deuxième.

Il est enfin important de signaler qu'aucune forme vivante n'a été retrouvée.

### 4 — LES FORAMINIFÈRES.

Comme aucune détermination n'a été tentée pour les raisons précisées auparavant, toutes les observations qui suivent ont seulement trait à la répartition de l'importance des fractions, ce qui leur confère évidemment un caractère très préliminaire.

D'une façon générale, la proportion des Foraminifères dans les sables comme dans les vases organogènes augmente très nettement avec la proximité du rebord continental et cela sans doute en raison de l'accroissement du nombre des formes planctoniques (Globigérines) car la profondeur ne semble pas constituer, à cette échelle, un facteur influent par lui-même. L'importance de la phase pélitique ne semble guère plus jouer car les tests ne sont pas moins ou plus abondants dans les échantillons récoltés à proximité des vasières centrales. En ce qui concerne les sédiments organogènes des bordures littorales, il se confirme que la proportion des Foraminifères est très faible (inférieure à 5 %) ce qui concorde bien avec les observations de W.R. Walton, 1964, sur les sédiments du Golfe du Mexique. Elle est par contre un peu plus élevée dans les sédiments de la plate-forme, sans atteindre la valeur de 15 % qui est généralement dépassée dans les vases du rebord et de la pente continentale.

La nature des formes reconnues et leur répartition posent bien des problèmes et il est à soubaiter que tout le matériel recueilli puisse être un jour analysé; c'est dans cette perspective que j'ai laissé de côté ce groupe si important de débris calcaires organogènes.

Source : MNHN, Paris

## III. — CONCLUSION

La couverture meuble du plateau continental oranais comporte donc de nombreux sédiments organogènes qui sont des sables grossiers passant à des vases par simple enrichissement en pélites.

Leur texture grossière, hétérogène, varie d'un échantillon à l'autre et indique nettement, sauf en ce qui concerne les plus superficiels (de — 10 m à — 40 m), que tous ces matériaux se sont pratiquement formés sur place par dépôt de restes organiques.

Ces restes organiques représentent 95 % des particules sableuses et proviennent en majeure partie des Bryozoaires, des Mollusques testacés et des Algues calcaires qui vivent sur le fond.

Suivant l'importance que peut prendre l'un ou l'autre de ces éléments, plusienrs *faciès* peuvent être définis parmi lesquels les plus caractéristiques de la région sont les sables et vases à Coquillier ainsi que les *maerls*.

D'une façon générale, la distribntion de ces faciès n'est pas régie par les lois du hasard ou celles des courants marins mais elle est au contraire déterminée par l'influence combinée des divers facteurs du milieu qui règlent la répartition des multiples épibiocénoses : profondeur, agitation, nature du substrat, apports terrigènes fins...

Les formations organogènes de la bordure littorale sont ainsi produites par les biocénoses infralittorales installées sur les herbiers, les roches et les fonds meubles soumis à l'action des courants de houle et un bon exemple nous en est fourni avec les *maerls* et les sables à Bioclastique.

De leur côté, les sédiments organogènes à Bryozoaires s'accumulent à proximité des fonds rocheux et des zones accidentées de la plate-forme continentale où sont installées les biocénoses *coralligènes* en pleine activité. Les sables et vases coquilliers s'étendent sur les surfaces planes ou déprimées de l'étage circalittoral qui sont soumises à une sédimentation terrigène fine peu importante et supportent les biocénoses du *détritique côtier* riches en Bivalves et Gastéropodes.

Tous ces faciès passent graduellement les uns aux autres et les variations de leurs compositions dépendent des fluctuations des conditions de milieu. Rompant avec cette disposition, quelques sédiments organogènes affectent cependant une composition peu en harmonie avec leur mode de gisement et l'inventaire de leurs éléments biogènes montre que certains se sont mis en place dans des milieux très différents de ceux qui les environnent actuellement, ce qui leur confère par conséquent un âge plus ou moins ancien.

Snivant leur distribution et leur nature, deux catégories peuvent être distinguées parmi ces éléments.

Les plus anciens et les plus profonds sont disposés à proximité du rebord continental où ils témoignent par leur origine littorale de l'ampleur de la dernière régression marine, et fournissent par leurs caractéristiques écologiques des indications précises sur la nature des biocénoses et des milieux contemporains. Des *maerls* se sont ainsi développés sur tout le pourtour typiquement oranais tandis que plus à l'Est, au niveau du Dhara, des sédiments plus bioclastiques se sont déposés. Les matériaux terrigènes qui leur sont associés indiquent d'autre part que les plates-formes émergées étaient alors couvertes en grande partie de formations dunaires tirant probablement leur matériel des dépôts de plage formés au cours des avancées et des reculs de la mer pendant l'époque Pléistocène.

*Echelonnés à diverses altitudes suivant leur proximité ou leur éloignement des zones en voie de surrection (horsts), ces matériaux organogènes préflandriens montrent également que toute la bordure externe du plateau continental oranais a été affectée d'un lent mouvement de remontée durant la période holocène,* le rebord du golfe d'Arzew, prolongement sous-marin du grand *horst* d'Arzew paraissant même plus relevé que les autres rebords. En revanche, le centre des plates-formes et surtout celui d'Arzew sont restés stables ou se sont plus probablement affaissés. Mais cet affaissement a été largement masqué par des apports terrigènes fins dont la mise en place paraît dater d'une époque plus récente.

Source : MNHN, Paris

Ainsi en témoignent les matériaux bioclastiques d'origine coralligène, ou infralittorale, emballés dans une masse importante d'argiles (*maerls* de Kristel et vases à Bryozoaires d'Arzew) qui n'ont pu commencer à se déposer qu'au cours de la transgression flandrienne et surtout le niveau actuel une fois atteint. Cet envasement qui a donc dû débuter il y a seulement 5.000 ou 6.000 ans et dont le rythme a dû notablement s'accélérer depuis 3.000 ans (comme nous le verrons), s'est progressivement étendu, ainsi qu'en témoignent la répartition des sédiments coquillíers, à partir des zones déprimées de la plate-forme au fur et à mesure de leur remplissage par les apports d'origine continentale.

*En définitive, les sédiments organogènes oranais se présentent donc comme le produit temporaire de l'évolution de la sédimentation organogène locale au cours de la dernière période holocène, évolution qui s'est effectuée sous l'influence non seulement de la remontée générale de la mer mais aussi du diastrophisme régional.*

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

*CHAPITRE III*

# LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA RÉGION ALGÉROISE

La bordure sous-marine de la région algéroise, réduite à une mince corniche de part et d'autre des deux élargissements de la baie d'Alger et de la baie de Castiglione, a été la moins bien explorée de toutes les zones prospectées et s'est aussi révélée la moins riche en sédiments organogènes. Sur toute son étendue, en effet, les sables, graviers et vases calcaires ne constituent jamais de gisements importants mais sont plutôt restreints à la surface des fonds où le substratum est plus ou moins affleurant. Leur toute relative extension caractérise surtout la zone Ouest-algéroise qui va du méridien de Cherchell à celui du Ras Acrata.

Des 101 prélèvements réalisés par A. GROVEL entre le cap Chenoua et le cap Djinet, de 1960 à 1961, j'ai ainsi pu extraire seulement 16 échantillons organogènes et aucun gisement n'a été bien reconnu dans son ensemble. Comme les maigres résultats de ces missions exploratrices n'ont pu être étoffés par la suite, quelques affleurements bien marqués sur les cartes marines sont même demeurés complètement inexplorés. Il en est ainsi, pour ne parler que des plus importants, des sables et vases calcaires situés devant Cherchell qui doivent être probablement des formations à coquillier prédominant et des sédiments calcaires tapissant vers — 50 m à — 80 m les pentes moyennes de la corniche sous-marine entre le cap Sidi Ferruch et Ras Acrata. La petite *tache* de vases plus ou moins calcaires signalée devant l'embouchure de l'Oued Mazafran n'a pas été explorée et de tous les sédiments organogènes accumulés sur le glacis sous-marin du Chenoua, je n'ai pu avoir qu'un seul échantillon.

A l'Est d'Alger, les sables et graviers organogènes sont très peu nombreux. Ceux que j'ai pu examiner proviennent presque tous du Banc de Matifon ou de ses alentours immédiats. Les vases calcaires isolées au large du cap Djinet n'ont pu malheureusement être draguées et les seuls renseignements que l'on possède sur leur nature restent donc ceux que R. DIEUZEIDE, P. MURAOUR et H. DURAND ont pour la première fois réunis en 1955.

Pour toutes ces raisons, il n'a pas été possible de dresser des esquisses soit de la répartition des divers sédiments organogènes algérois, soit des variations d'importance de leurs fractions, ou même de figurer plus simplement une ou deux radiales. Par là même, l'analyse des sédiments organogènes de la région algéroise présentée ici, sera nécessairement restreinte et ses conclusions n'auront donc qu'un caractère préliminaire. Elle nous permettra, malgré tout, de préciser tout d'abord la texture et la composition de nombreux types de sédiments (gravelle, coralligène, etc.) étudiés et connus jusqu'à maintenant d'un point de vue purement bionomique; elle nous aidera, ensuite, à mieux comprendre les différences qui vont se marquer, de façon de plus en plus évidente, entre la sédimentation organogène de type « oranais » d'un côté et celle de type « constantinois » de l'autre.

## I — LA BAIE DE CASTIGLIONE

Réduite à une largeur inférieure à 20 km du golfe d'Arzew au Cap Chenoua, la marge continentale algérienne reprend devant Castiglione une nouvelle ampleur, éloignant les fonds de — 2 000 m jusqu'à 40 km de la côte. Contrastant avec cet étalement de la pente continentale, la plate-

Source : MNHN, Paris

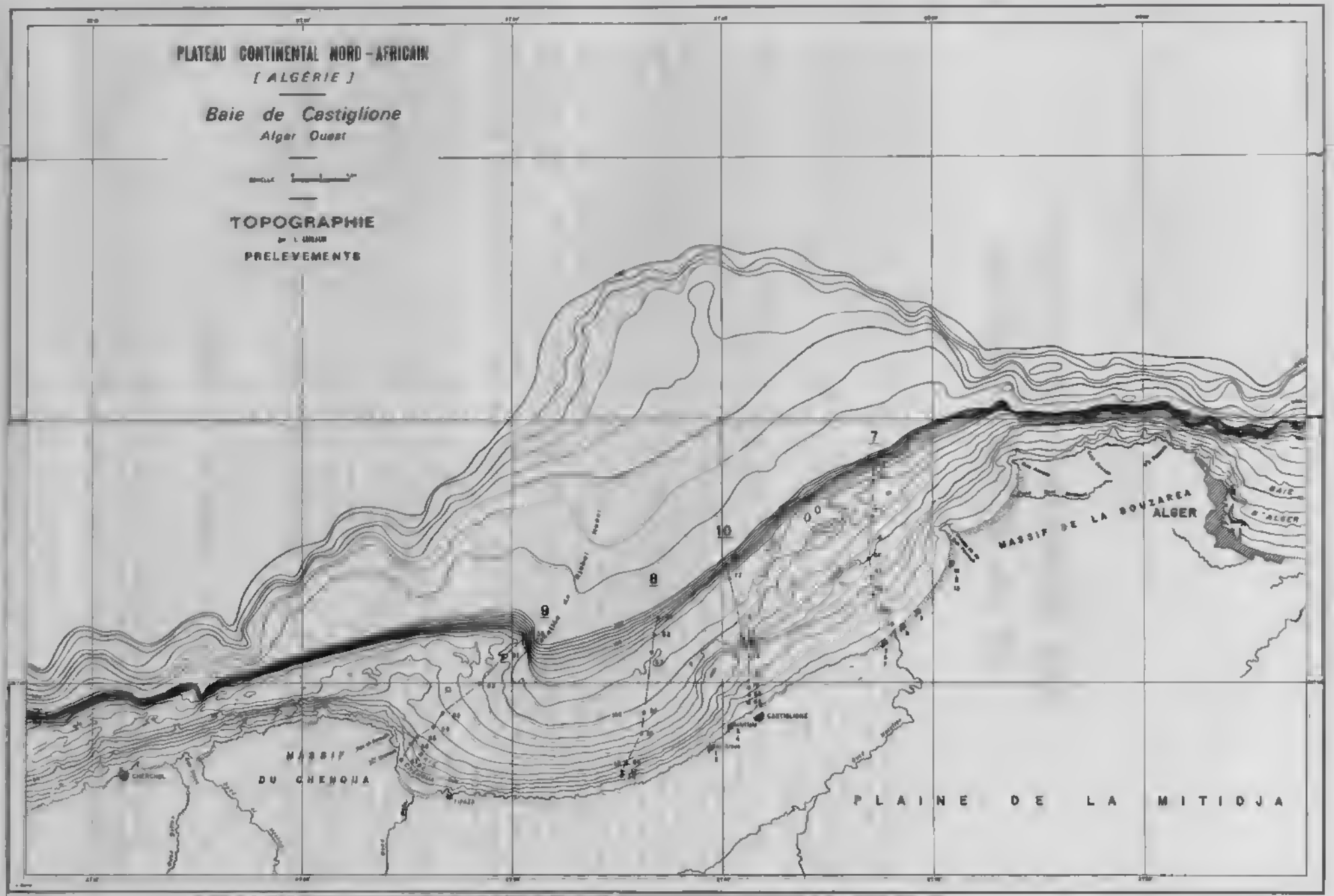



Fig. 31. — Carte de localisation des prélèvements dans la baie de Castiglione.

Source : MNHN, Paris

forme continentale garde elle-même des dimensions plus modestes et sa largeur oscille entre 4 km devant Cherchell et 11 km au droit de l'embouchure de l'Oued Mazafran. Sa surface est généralement couverte de vases et de boues argilo-siliceuses dont une grande partie provient sans doute des apports limoneux du Mazafran. Les sédiments calcaires de nature organogène ne forment que 4 ou 5 gisements principaux isolés et peu étendus. Les plus connus sont les fonds à gravelle signalés devant Castiglione par R. DIEUZEIDE.

## A — MORPHOLOGIE DES FONDS ET COUVERTURE SÉDIMENTAIRE.

Du méridien de Cherchell à celui du Ras el Amonebe, la marge continentale dessine un étroit glacis, fortement incliné et presque complètement tapissé de sédiments terrigènes fins. Cette mince corniche est interrompue devant Cherchell par quelques replats recouverts entre — 60 et — 90 m de sables et vases calcaires sur la nature desquels nous n'avons pas de renseignements précis.

Des sédiments calcaires également mal reconnus prennent une plus large extension sur les reliefs sous-marins qui prolongent au N-E le glacis du Massif du Chenoua et précèdent l'élargissement très marqué qui donne naissance à une véritable plate-forme continentale à partir de Tipaza. Cette plate-forme est actuellement le siège d'une sédimentation terrigène fine très argileuse, interrompue seulement au droit de Castiglione par des fonds de *maerl* à la côte et des vases calcaires à organogène vers le rebord externe.

Mais, si les gisements de *maerl* liés aux herbiers littoraux sont étroitement localisés, les vases calcaires, plus profondes, passent au large de Sidi Ferruch à des sables et même des graviers calcaires, formant ainsi un large gisement qui demeure néanmoins complètement isolé du rivage.

De la presqu'île de Sidi Ferruch au Ras Acrata, la plate-forme continentale se rétrécit à nouveau considérablement comme son inclinaison augmente. Plus à l'Est, elle disparaît complètement et les reliefs cristallins de la Bouzarea se prolongent sans interruption jusqu'aux molles ondulations des grands fonds. Sur ces pentes pratiquement accores, les particules d'origine organique s'accumulent dans les creux de rocher, en dessinant une mince ceinture entre les graviers détritiques de la côte et les boues fines du talus continental.

## B — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA BORDURE LITTORALE.

L'existence de sédiments riches en débris organiques sur les fonds de la bordure littorale du golfe de Castiglione est bien connue depuis les travaux de R. DIEUZEIDE à propos de la gravelle de Castiglione.

Dans un mémoire daté de 1940 et résumant une série de recherches qui avaient débuté en 1934 par la découverte de sables et graviers à *Amphioxus*, l'auteur donne la description suivante de ces fonds : « par le travers de Castiglione ... on rencontre en direction sensiblement parallèle au rivage, des bandes ininterrompues d'une formation à coquilles brisées, à graviers et à Bryozoaires morts que nos pêcheurs connaissent sous le nom de *gravelle*. Ils y distinguent *une gravelle fine* qui succède à des zones sablenses, et où les débris coquilliers sont indéterminables, d'une *gravelle grosse*, plus profondément située avec des éléments mieux reconnaissables. C'est dans cette dernière que l'on peut recueillir de nombreuses coquilles... Mais ce qui caractérise surtout *la gravelle* c'est la présence du *maerl*, de cette Lithothamniée en branches : *Lithothamnium calcareum* (*Pallas*) *Areschoug* ».

Décrits on ne peut plus sommairement du point de vue sédimentologique par l'auteur qui les appelle *gravelle* suivant l'usage local, ces sables grossiers devaient par la suite être rattachés aux faciès méditerranéens du *maerl* : « par analogie avec ce qui se fait en Manche, nous appelons fonds de *maerl*, des fonds détritiques sur lesquels se trouvent de denses peuplements de certaines espèces de Mélobésiées libres et ramifiées, constituant ce qu'on peut appeler en Méditerranée (R. DIEUZEIDE, 1940) la *gravelle grosse*, le nom de *gravelle fine* s'appliquant aux fins graviers à *Amphioxus* » J. PERES et J. PICARD, Nouveau manuel de Bionomie benthique, 1963, p. 87).

Les dragages exécutés tout au long de la radiale A. 10 juste en droit de Castiglione et au long de la radiale A. 8 (voir fig. 31) devant Bérard, ont ramené toute une série de ces sédiments et nous

Source : MNHN, Paris

pourrons ainsi en donner pour la première fois une analyse texturale et quantitative précise. Les principaux résultats de ces analyses sont portés sur le tableau VIII, où les échantillons ont été classés par ordre de profondeur et de distance à la côte croissante (voir aussi planche IV).

On peut ainsi remarquer qu'au droit de Castiglione, les *gravelles* ne sont pas immédiatement juxtaposées aux sables détritiques et aux herbiers du rivage, mais qu'elles en sont séparées par des placages de vases fines contenant des débris organogènes roulés, usés, indéterminables et quelques restes de thalles morts : A. 70. Ces dépôts fins forment une légère pellicule à la surface des fonds durs (observations sur enregistrements U.S.) qui sont des grès quaternaires en terrasses, analogues à ceux de la côte. Le passage entre ces dépôts fins et les *maerls* peut être approximativement situé entre — 30 et — 40 m; le petit nombre de dragages qui a été effectué dans ce secteur ne permet pas de dire si ces sédiments fins littoraux sont disposés en bande continue ou en taches isolées.

TABLEAU VIII

*Composition et texture des sédiments organogènes littoraux dragués devant Castiglione et Bérard.*

| Stations | Profondeurs | Algues calcaires | Pélites | Sables Terrigènes | Débris Bioclastiques | Bryozoaires | Lamellibranches | Gastéropodes | Etat des thalles | x |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A. 70 | – 24 m | traces | 48 % | / | 49 % | 1 % | traces | 1 % | débris morts | 0,160 |
| A. 71 | – 32 m | 73 % | 5 % | / | 14 % | 4 % | 2 % | 1 % | *L. calcareum* frais | 2.000 |
| A. 72 | – 42 m | 45 % | 15 % | / | 29 % | 4 % | 5 % | 6 % | *L. calcareum* frais | 1.500 |
| A. 73 | – 52 m | 9 % | 29 % | / | 27 % | 18 % | 10 % | 5 % | *L. calcareum* remaniés | 1.110 |
| A. 74 | – 80 m | / | 96 % | / | 4 % | / | / | / | / | 0.033 |
| A. 57 | – 30 m | 60 % | 3 % | / | 26 % | 5 % | 1 % | 5 % | vivants | 1.680 |
| A. 58 | – 22 m | 54 % | / | 2 % | 38 % | 1 % | traces | 7 % | vivants | 1.800 |

### 1 — Les « maerls ».

Ce sont des sables organogènes grossiers où les accumulations d'Algues calcaires, vivantes et mortes, peuvent avoir des proportions très variables. Sans jamais présenter les valeurs extrêmes qu'elles atteignent en Baie des Andalouses, les fractions *phycogènes* dépassent, dans les meilleures conditions, un poids égal à la moitié de celui du sédiment.

En dehors des fonds voisins de Castiglione, nous avons pu retrouver des *maerls* devant Bérard, mais à proximité immédiate des herbiers littoraux, dans une position analogue à celle que présentent les formations identiques d'Oranie. R. VAYSSIÈRE et G. FRENJ (1963) se sont étonnés que nous n'en ayons point trouvé devant Tipaza et attribuent ce fait à des « manipulations de drague défectueuses ». En réalité, le « quadrillage » de la Baie de Castiglione effectué par le C.G.M.S. est beaucoup trop lâche et il est tout simplement probable que nous sommes passés à côté des gisements de *maerls*. Leur exiguité et leur éparpillement nécessiteraient que le levé des fonds soit repris au moins au 1/20 000 et on peut regretter qu'après R. DIEUZEIDE nous n'ayons pu achever un levé aussi intéressant.

*Texture :* Les diamètres moyens des *maerls* prélevés en A. 71, A. 72, A. 57, A. 58, sont équivalents à ceux de leurs homologues oranais. Les écarts-types sont également élevés en raison de l'hétérogénéité du sédiment mais il y a tout de même une légère différence entre ceux des *maerls* de Bérard et ceux des *maerls* de Castiglione. Les écarts-types des premiers (Bérard) sont en effet moins grands ($\sigma = 0{,}90$ au lieu de 1,2 ou 1,5) et indiquent donc un meilleur classement que l'on peut attribuer sans doute à la boune exposition de ces fonds aux effets des courants de houle (la profondeur est notamment plus réduite). On peut d'ailleurs remarquer que si la proportion de la phase granulométrique grossière demeure partout à peu près uniforme, celle de la phase fine (particules telles que $d < 100\ \mu$) est presque inexistante dans les *maerls* de Bérard, tandis qu'elle est toujours supérieure ou égale à 5 % devant Castiglione.

Source : MNHN, Paris

A. 73;

A. 71;

A. 70.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

*Composition* : A part les thalles calcifiés et les débris bioclastiques, les particules organogènes reconnaissables sont peu nombreuses et leurs fractions ont peu d'importance. Il en va de même pour les éléments terrigènes grossiers qui sont pratiquement absents, ce qui confirme les observations faites autour de Roscoff par G. Boillot et en Méditerranée par R. Jacquotte, à savoir qn'un apport de sables détritiques même faible, gêne considérablement l'installation des faciès vivants du *maerl* et par conséquent leur dépôt.

Les débris de thalles morts se mêlent en grand nombre aux spécimens vivants. La plus grande partie des débris ont nne forme arbnsculaire bien nette; je n'ai jamais retrouvé d'oncolithes dignes de ce nom. Les deux espèces babituelles du *maerl* sont bien représentées, mais il ne reste aucune trace des algues qni leur sont associées à l'état vivant et qni ont été étudiées par J. Feldmann (*Spermatochnus paradoxus*, *Arthrocladia villosa*, etc.). Les formes encroûtantes sont presque inexistantes, on peut tout jnste citer quelques *Neogonialithon*.

Lorsque le sédiment se charge de particnles fines, le nombre des formes vivantes diminue très rapidement et la fraction *phycogène* elle-même devient plus réduite.

Les coquilles de Bivalves et de Gastéropodes constitnent la plus forte des fractions de débris non pbycogènes reconnsissables, mais elles ne sont jamais nn constituant fondamental du sédiment. La plnpart des tests sont indéterminables et tous portent les traces d'une érosion biologique intense (perforations, etc.); 20 % seulement des fragments sont pleinement identifiables. Les spécimens recounus proviennent en majeure partie des espèces vivantes décrites par R. Dieuzeide; les formes caractéristiques des berbiers ou du « détritique littoral soumis à l'action des boules » (*Glanz trapezia*, *Striarca lactea*, *Venus casina*) ne sont pas rares dans les stations les plus côtières : A. 58 et A. 57. A signaler le peu d'exemplaires de *Lima loscombei* tenue pour caractéristique de ces fonds.

Plus au large devant Castiglione, des valves appartenant aux espèces *mixticoles* de la plate-forme apparaissent (*Timoclea ovata*, *Nuculana deltoidea*) et on retrouve même de nombreux spécimens de *Lembulus pella* qui est une espèce indicatrice de faciès instables. Toutes ces formes témoignent de la présence très voisine des vases côtières ou de la plate-forme ainsi que d'un enrichissement récent du sédiment en apports terrigènes fins.

Les Gastéropodes sont surtout représentés par des coquilles roulées et usées. Dans les *maerls* de Bérard, ce sont les restes des formes à habitat très côtier qni prédominent : *Rissoa auriscalpium*, *Alvania cimex*, *Smaragdia viridis*... Devant Castiglione, ces petites coquilles laissent la place à des débris de *Murex*, *Natica*, *Columbella*... Mais des restes de *Bittium*, usés, perforés, édifient la plus grande part des populations de Gastéropodes.

De toute façon, nos analyses montrent que, dans les *gravelles*, la proportion des Mollusques est très faible et les observations de R. Dieuzeide selon lesquelles « les coquilles vides de Mollusques représentent la majeure partie des éléments de la *gravelle* » ne sont pas confirmées. On peut cependant comprendre que les Bivalves aient pn paraître relativement abondants à R. Dieuzeide si l'on songe que l'auteur a simplement réalisé des observations très superficielles et que les coquilles ont en général une surface apparente plus grande que celle des thalles ou des autres débris.

Lorsque la profondeur augmente vers le large, le volume de la fraction coquillière croît sensiblement et, corrélativement, le pourcentage des valves et des tests intacts passe de 20 % en moyenne, à 40 %. Cette évolution est très nette au-delà de — 30 m et il semble donc que l'usure des débris coquilliers dans les *maerls* côtiers soit due aussi à l'action de la boule. Ce remaniement ne se prolonge toutefois pas au-delà de — 30 m.

Les colonies de Bryozoaires sont très peu nombreuses dans les *maerls* de Bérard et Castiglione. Les rares Zoaria reconnaissables appartiennent tous à des espèces dont l'habitat est très littoral et qui peuvent s'adapter à la vie en mode battu : Cellariidés dont *Cellaria salicorniaides*, Celleporiformes avec *Schismopora tubigera*, *Margaretta cereoides* et qnelqnes Membraniporiformes.

La fraction *Foraminifères* n'est pas évalnable et renferme seulement quelques Nonionidés et Textulariidés.

Les débris d'Echinodermes ne participent gnère plns à l'édification de ces sédiments bien que R. Dieuzeide ait signalé l'abondance des formes vivantes, en particnlier de *Spatangus purpureus*, dont les spécimens « encombrent souvent la dragne ». Seules quelques plaques isolées et de rares piqnants sont présents.

En définitive, les *gravelles* de Castiglione s'avèrent donc à peu près identiques (en composition et texture) aux formations de *maerl* oranaises. Celles de Bérard ont beaucoup d'affinités avec les *maerls* des Andalouses tandis que celles de Castiglione ont une composition plus semblable à celle des



Source : MNHN, Paris

*maerls* de Port aux Poules. Leur nature organogène est bien établie ainsi que leur faible teneur en matériel détritique. Leur domaine est étroitement lié aux glacis des berbiers devant Bérard et dès l'isobathe — 45, la vase argileuse de la plate-forme interrompt leur développement; devant Castiglione, au contraire, les *maerls* sont prolongés vers — 50 à — 60 m par des sables organogènes à Bryozoaires.

### 2 — Les sables organogènes à Bryozoaires.

Ce sont des sables grossiers analogues à ceux que nous avons signalés en contrebas des *maerls* des Andalouses. Leur gisement paraît, de même, très étroit, restreint aux fonds accidentés et probablement rocheux de la bordure littorale entre — 50 et — 60 m devant Castiglione. Un seul prélèvement (A. 73) témoigne de leur existence.

Les Algues calcaires (voir tableau VIII) y ont une importance très réduite et leur fraction est uniquement composée de thalles morts. Leurs débris sont pour la plupart fortement remaniés et souvent épigénisés par des sulfures ou des oxydes de fer? Si l'on pense que 500 m seulement séparent les stations A. 73 et A. 72, il apparaît clairement que la dispersion des débris de thalles en dehors des biotopes favorables doit être minime, si elle existe. C'est dire que les courants réputés si vifs sur ces fonds ne perturbent pas profondément le dépôt et l'entassement des thalles incrustés après leur mort.

D'ailleurs les Bivalves et les Gastéropodes plus nombreux dans ces sables à Bryozoaires comprennent comme spécimens dominants des tests d'espèces typiquement circalittorales : *Digitaria digitaria, Corbula gibba, Parvicardium nodosum, Nucula nitida, Timoclea ovata, Turritella communis, Odostomia* diverses. Les fractions coquillières sont plus riches en coquilles intactes et les espèces typiquement littorales ont disparu.

Les Bryozoaires, plus abondants que dans les *maerls*, sont représentés par des espèces également différentes. Les deux grandes colonies typiques des fonds coralligènes (*Porella cervicornis* et *Adeonella calveti*) représentent 60 % des peuplements. Quelques rares Cupuladriidae soulignent la proximité des fonds vaseux de la plate-forme.

Les Foraminifères, les Echinodermes sont toujours aussi peu fréquents. Mais des polypiers souvent entiers de *Cladocora* ou *Flabellum* forment à peu près 1 % de la phase grossière.

Dès les premiers à-plats de la plate-forme, ces sables à Bryozoaires passent aux vases argileuses habituelles (A. 74) et les gisements organogènes du large sont ainsi isolés de ces formations que nous venons de décrire.

## C — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU LARGE.

L'existence de sédiments grossiers, non vaseux, sur le rebord externe de la plate-forme continentale entre Castiglione et Sidi Ferruch est connue depuis l'exécution des levés du Service Hydrographique. Leur nature et leur étendue sont restées cependant méconnues jusqu'à ces dernières années car les notations de fond qui font état de *sables, sables vaseux coquilliers* ou *graviers* sont très clairsemées. Pour délimiter avec plus de précision l'aire de ces fonds susceptibles de fournir de bonnes calées aux pêcheurs du golfe, R. DIEUZEIDE, en 1950, faisait exécuter toute une série de sondages au plomb suiffé par le « *Sabre* » et complétait ces explorations la même année par 25 dragages à bord du « *Pr. Théodore Tissier* ». Malheureusement, si les notes bionomiques publiées par R. DIEUZEIDE sont très détaillées, les indications de fond demeurent toujours imprécises : sables vaseux, vases molles... Telles sont les indications portées sur les cartes et dans le texte qui les accompagnent (1956). Quelques notes font état de *coquilles et Bryozoaires morts* devant le Chenoua et au large du cap Sidi Ferruch mais aucune information plus précise sur la texture et la composition de ces sédiments n'a été fournie à notre connaissance.

Les échantillons qu'A. GROVEL a ramenés de toute cette zone sont trop peu nombreux pour qu'une étude suffisamment détaillée ait pu être réalisée; leur examen permet néanmoins d'apporter pour la première fois quelques renseignements précis sur ces formations organogènes profondes.

Source : MNHN, Paris

### 1 — Les sables organogènes profonds au large du Chenoua.

D'après les notes de R. DIEUZEIDE, il semble que les sables et graviers signalés sur les fonds à relief accidenté devant le Chenoua par — 70 à — 100 m doivent être considérés comme des *sédiments organogènes à Bryozoaires*. De multiples têtes de roches sont d'ailleurs portées sur ce secteur des cartes marines.

Au large de Tipaza, vers les zones plus déprimées de la plate-forme continentale, ces sables doivent passer sans doute à des sables coquilliers, selon la disposition mise en évidence en Oranie, car en A. 61 (radiale A. 9), on a pu recueillir un *sable organogène à coquillier très typique*.

Sa *texture* est analogue à celle de ses homologues oranais :

— diamètre moyen égal à : 0,700 mm;
— écart-type élevé : $\sigma = 1{,}37\ \Phi$;
— phase granulométrique importante : 60 %;
— phase pélitique inférieure à 10 % et comprenant environ 8 % d'argiles.

Sa *composition* est tout à fait ordinaire. Des débris bioclastiques constituent ainsi les trois quarts du matériau. Les coquilles de Bivalves (10 %) et de Gastéropodes (3 %) sont avec les Foraminifères (7 %) les restes identifiables les plus fréquents.

Les valves bien répandues de *Timoclea ovata, Digitaria digitaria, Corbula gibba* et *Nuculana deltoidea* forment l'essentiel de la fraction coquillière. Tous les Gastéropodes sont usés et indéterminables.

Parmi les Bryozoaires, assez rares (2 %), on relève surtout des colonies bien adaptées à ces milieux mixticoles : *Cupuladriidae, Palmicellaria*... Les débris d'Echinodermes sont eux aussi assez rares ainsi que les fragments d'Algues calcaires. L'examen de ces derniers n'en est pas moins intéressant car ce sont également des morceaux de Mélobésiées, usés, morts et épigénisés.

Ces fragments de thalles, relativement anciens, sont accompagnés par quelqnes grains de quartz de taille moyenne et de nombreux moules glauconieux.

*Tout porte donc à croire qu'on retrouve au large du Chenoua des dépôts d'âge ancien, semblables à ceux de l'Oranie et installés aux mêmes niveaux.* Aucune espèce vraiment fossile ne permet cependant de dater la mise en place de ces matériaux, dont on peut penser qu'elle a été contemporaine de celle des dépôts oranais.

Mais, l'ancienneté d'une grande partie de tout ce matériel retrouvé dans les sables organogènes coquilliers, de même que le caractère récent de l'envasement de ces derniers, sont bien confirmés par la nature même des particules grossières retrouvées dans les vases argileuses voisines.

En A. 60 vers — 120 m, juste en contrebas de A. 61, sur les premières pentes de l'étroit rebord continental, j'ai pu, en effet, isoler de petits fragments de *maerl* très usés (5 %) et des valves corrodées d'*Arca* au milieu d'une grande masse de particules pélitiques (30 %) ou planctoniques (débris de Globigérines).

### 2 — Les sédiments organogènes profonds entre Castiglione et Sidi Ferruch.

Deux échantillons seulement nous permettent d'attribuer une origine organogène aux sables et graviers situés au large de l'embouchure de l'Oued Mazafran.

Les prélèvements effectués en A. 42 et A. 43 (radiale A. 7) sont en effet des *sables organogènes à Bryozoaires*.

De là à affirmer que tout le gisement délimité par R. DIEUZEIDE est constitué par ces mêmes sables, il y a un grand pas à franchir et rien n'empêche que des sables organogènes à Coquillier n'existent également. On peut d'ailleurs supposer, d'après la répartition actuelle des divers types de sédiments organogènes en Oranie et d'après ce que nous avons vu devant le Chenoua, que ces sables à coquilles doivent pouvoir être retrouvés à la limite des vases argilo-siliceuses de la plate-forme en direction de la côte. Les sables à Bryozoaires demeurent, eux, caractéristiques des fonds à relief et à substratum rocheux. L'examen des deux prélèvements, effectués l'un à — 110 m (A. 42) l'autre à — 92 m (A. 43) montre que ces sables possèdent la même texture et la même composition que leurs homologues oranais.

*Textura* : Les diamètres moyens calculés par A. GROVEL avoisinent 1 mm; les écarts-types sont élevés : $\sigma = 1{,}72$ et 2,40; la phase granulométrique grossière regroupe 70 % des particules, la phase fine ne dépasse pas 5 %.

Source : MNHN, Paris

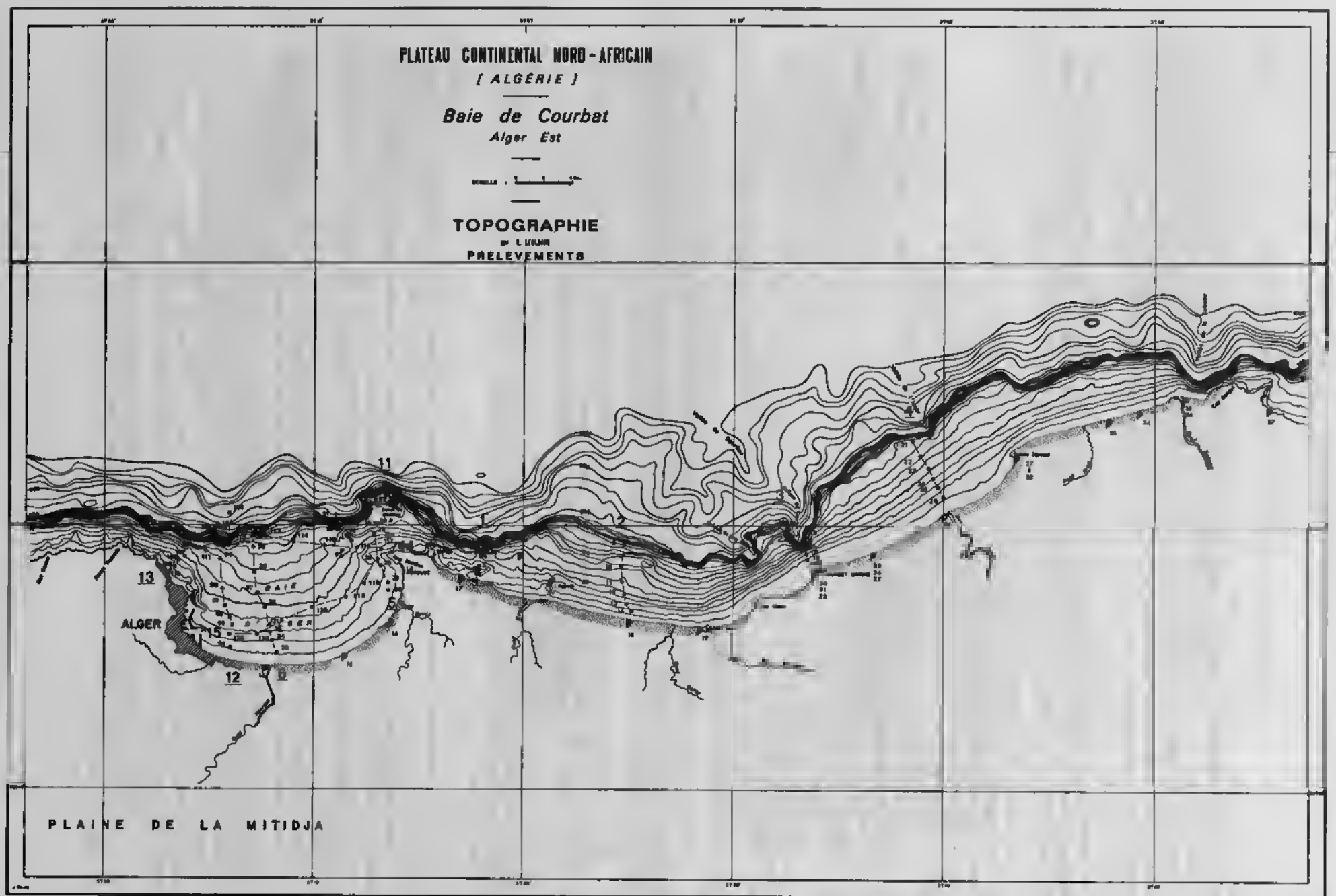



FIG. 32 — Carte de localisation des prélèvements dans la baie d'Alger et la baie de Courbet.

Source : MNHN, Paris

*Composition* : Les principales fractions ont des proportions sensiblement différentes dans les deux échantillons.

En A. 43, c'est-à-dire sur la plate-forme elle-même, la proportion des Bryozoaires est assez faible (6 %), soit à peine supérieure à celle des débris de thalles (4 %). Les coquilles de Gastéropodes et Lamellibranches intactes sont rares et le nombre des débris bioclastiques est très élevé (84 %).

Cela donne aux sables dragués en A. 43 une allure très vieille, très remaniée; et la plupart des particules ne paraissent pas provenir d'un dépôt actuel.

En A. 42, prélevé sur un replat du rebord continental, les éléments identifiables sont facilement visibles et plus fréquents (moins de 50 % de débris bioclastiques); les zoaria forment 20 % du sédiment, les accumulations de thalles 9 % et les coquilles (de Bivalves surtout) sont également plus communes.

Dans les deux échantillons, la fraction *Foraminifères* reste très modeste (4 %) et les particules d'origine terrigène sont assez rares (2 %).

La comparaison des deux compositions fait donc apparaître que les sables organogènes à Bryozoaires de la plate-forme sont plus usés, plus remaniés et donc plus *anciens* que ceux du rebord. Ce fait est confirmé par la nature de plusieurs fractions.

Ainsi, les colonies de Bryozoaires recueillies en A. 43 sont-elles en grande majorité indéterminables (75 %) tandis qu'en A. 42 cette proportion s'abaisse à 27 %. En même temps, le nombre des espèces « profondes » (*Adeonellopsis distoma*, *Moecynecia*, sp.) s'accroît, ce qui révèle l'importance des apports actuels.

Pour les Lamellibranches, il en est de même : 80 % des coquilles triées en A. 43 sont perforées, remaniées : 40 % seulement le sont en A. 42. La nature des valves est en général identique de part et d'autre (*Nuculana deltoidea*, *Digitaria digitaria*), mais des formes à habitat exclusivement littoral ont été recueillies en A. 43. Ces dernières formes, très usées, souvent épigénisées, sont mêlées à des coquilles de Gastéropodes qui sont tout autant *indicatrices* de milieux infra-littoraux : *Bittium reticulatum*, Rissoidés, Troques usés etc. Ces Gastéropodes ne sont pas présents en A. 42 et il apparaît ainsi que les sables à Bryozoaires de la plate-forme sont d'une origine plus ancienne et surtout que le dépôt d'une grande partie de leurs éléments s'est effectué sous une tranche d'eau beaucoup plus mince que ne l'est l'actuelle. Ces dernières indications sont d'ailleurs corroborées par l'allure des quelques rares grains de quartz extraits à grande peine de ces sables : ils sont en général *ronds-mats* sauf quelques uns qui portent les traces classiques d'un début de reprise par l'érosion marine.

*En définitive, on peut donc rattacher une bonne part des matériaux organogènes profonds dragués au N.E. de Castiglione au groupe des dépôts organogènes anciens, mis en place sur le rebord externe de la plate-forme avant la période actuelle. Leur caractère original reste qu'ils ne renferment pas de débris de maerl.* En effet, les thalles recueillis en 0.42 et 0.43 appartiennent, non plus aux espèces arbusculaires, si souvent citées jusqu'à présent, mais aux formes *crustacées*, de plus en plus répandues comme nous allons le voir dans les sédiments organogènes constantinois.

## II — LA BAIE D'ALGER

Du Ras Acrata à la baie de Bougie, l'isobathe — 2 000 se rapproche à nouveau des côtes (à moins de 20 km en moyenne) et le plateau continental se réduit à une étroite corniche, excepté en Baie d'Alger. Cette bordure continentale est presque entièrement tapissée de vases argilo-siliceuses, et dans la région algéroise proprement dite, c'est-à-dire d'Alger à Dellys, les sédiments calcaires organogènes sont restreints à quelques gisements peu étendus.

### A — MORPHOLOGIE DES FONDS ET COUVERTURE SÉDIMENTAIRE.

Devant les côtes rocheuses qui enserrent la baie d'Alger, du cap Caxine à Alger même, puis du cap Matifou à Ain Taya, il n'y a pour ainsi dire pas de plateau continental. Les fonds très inclinés sont rocheux et de nombreux accidents de topographie marquent la pente : hauts-fonds (Banc de Matifou), écueils ou même petites îles (Sandja, Agueli). Au milieu des sables et des graviers

Source : MNHN, Paris

terrigènes issus de l'érosion des massifs côtiers, les débris organogènes s'accumulent en petite quantité, de préférence dans les dépressions du subtratum et quelques sédiments organo-terrigènes peuvent ainsi être dragués en des points très localisés.

La majeure partie de la baie d'Alger est tapissée par des vases argilo-siliceuses (voir esquisses sédimentologiques de L. LECLAIRE) ; mais, à la côte, entre Alger-plage et le petit port de Lapérouse, quelques bancs de grès quaternaires s'enfoncent sous le niveau zéro et supportent des herbiers à Posidonies. Dans leurs chenaux, on peut draguer quelques rares sables organogènes à coquilles.

Sur les flancs du Banc de Matifou, des sables et graviers organogènes s'accumulent dans les creux de rocher, mais au-delà d'Aïn Taya et jusqu'à la Pointe Djinet, la couverture sédimentaire de la bordure continentale est à nouveau constituée par des vases argileuses. Les rares éperons rocheux qui interrompent, à Rocher Noir, Cap Blanc et Courbet Marine, l'harmonieuse suite de plages, ne se prolongent pas en mer et s'ennoient très rapidement sous des sables à minéraux (P. BOUYSSE, 1962 et L. LECLAIRE, 1963). Entre les embouchures de l'Oued Isser et de l'Oued Sebaou, quelques vases riches en coquilles et en débris terrigènes grossiers ont été draguées par R. DIEUZEIDE en 1952. D'après la description que P. MURAOUR donne de ces sédiments (1954), il semble qu'on puisse les rattacher au groupe des vases organogènes à coquilles. Malheureusement, nous n'avons pu aller prospecter cette zone si intéressante et rapporter des échantillons de ces vases et des grès qui y ont été retrouvés (1).

## B — LES SÉDIMENTS ORGANO-TERRIGÈNES DE POINTE PESCADE.

Entre Pointe Pescade et la ville d'Alger, devant St-Eugène, la drague ramène vers — 45 m, des sables mixtes, organo-terrigènes, dont la fraction organogène calcaire est essentiellement constituée par des Bryozoaires. Leur gisement doit être très réduit, entre les graviers détritiques de la côte et les vases de la pente continentale, car les dragages très rapprochés n'en ont rapporté qu'un seul échantillon : A. 108 (radiale A. 13). — 42 m.

*Texture :* C'est un *sable grossier* ($x = 1{,}540$ mm) relativement bien classé ($\sigma = 0{,}78\ \Phi$) et dépourvu de phases granulométriques moyennes et fines. Sa courbe cumulative est d'ailleurs tout à fait semblable à celle des sables mixtes à Bioclastique dragués devant le cap Lindlès en Oranie (voir fig. 33). Toutes les caractéristiques texturales indiquent qu'une bonne partie du matériau, si ce n'est la totalité, a été transportée, ce que confirme d'ailleurs la composition même.

*Composition :*

On peut la résumer comme suit :

| | |
|---|---|
| Débris Bioclastiques | 21 % |
| Débris Terrigènes | 40 % |
| Bryozoaires | 25 % |
| Lamellibranches | 3 % |
| Gastéropodes | 7 % |
| Echinodermes | 2 % |
| Divers | 2 % |

La fraction terrigène renferme surtout des fragments de schistes lustrés et de micaschistes, arrondis, ne portant pas la moindre trace de patine rougeâtre et tout à fait semblables à ceux que l'on peut observer à la côte. Tout ce matériel provient de la dégradation et de la dispersion vers le large des formations métamorphiques du littoral sans doute sous l'effet des boules de N-W particulièrement fortes dans ces parages. Les courants de fond doivent être encore assez forts vers ces niveaux de — 40 m car nous n'avons pas observé beaucoup de minéraux lourds ni de petits quartz dans ce sédiment.

La nature des colonies rencontrées dans la fraction *Bryozoaires* confirme l'existence d'apports littoraux car des espèces franchement superficielles dont certaines sont bien adaptées aux biotopes agités (*Schismopora tubigera*, *Schismopora cantabra*, *Margaretta cereoides*) sont mêlées à des formes plus typiques des biocénoses installées à ces profondeurs : *Porella cervicornis* et *Adeonella calveti*.

Parmi les coquilles, celles des Gastéropodes sont de loin les plus fréquentes. Les mieux conservées sont celles de *Bittium reticulatum*, Troques diverses et *Mitrolumna olivoidea*. A noter l'absence des petites espèces caractéristiques des herbiers.

(1) Pour les observations sur les débris de grès retrouvés dans les vases de la région algéroise, voir le mémoire de L. LECLAIRE (1970).

Source : MNHN, Paris

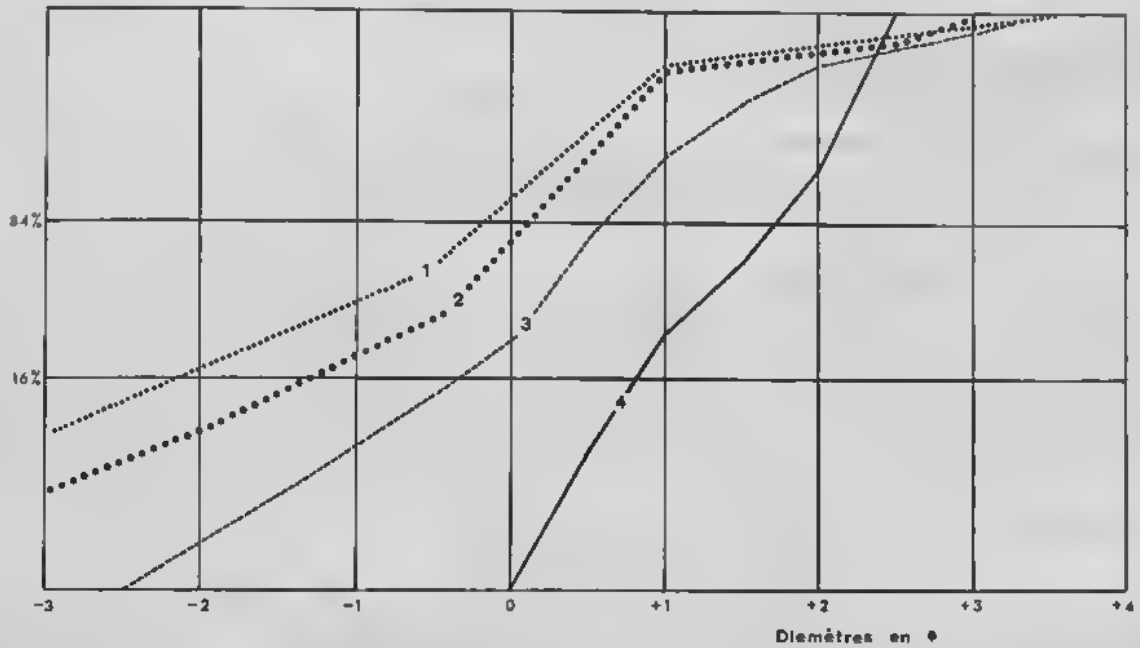



FIG. 33. — Courbes cumulatives de quelques sédiments organogènes de la région algéroise et de la région oranaise. 1 = Sable mixte à Bioclastiqoe do cap Lindlès (Oranie); 2 = Sable mixte de Pointe Pescade (Algérois); 3 = Sable organogène à Coquillier d'Alger-plage; 4 = Sable terrigène de la région algéroise.

Les Bivalves sont en général représentés par des débris très fragmentés; les rares valves identifiées appartiennent soit à des espèces très littorales (*Glanz trapezia, Venus casina*) qui ont donc été probablement transportées, soit à des espèces bien adaptées aux fonds rocheux de l'étage circalittoral : *Gastrochaena dubia, Chama gryphoides, Gonilia bipartita.*

Les débris d'Echinodermes sont exceptionnellement communs. On retrouve surtout des plaques et des piquants de *Paracentrotus lividus,* forme très répandue sur toute la côte.

Les Foraminifères (Miliolidés) et les thalles d'Algues calcaires (formes *saxicoles*) ne jouent aucun rôle dans la constitution du sédiment.

## C — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES A BRYOZOAIRES DU BANC DE MATIFOU.

Le Banc de Matifou dresse ses pitons à 4 km au Nord du cap Matifou juste à l'aplomb de la pente continentale. Ses haute-fonds s'élèvent un peu au-dessus de — 20 m et leurs surfaces rocheuses (terrains métamorphiques identiques à ceux du cap) sont recouvertes d'un manteau animal et végétal très fourni auquel les colonies d'*Astroides calycularis* (L. SEURAT, 1930) et les thalles encroûtants de diverses Mélobésiées donnent un caractère très particulier. Les Mélobésiées les plus nombreuses sont, d'après G. HAMEL et M. LEMOINE (1952) : *Lithophyllum incrustans, Dermatholithon pustulatum, Pseudolithophyllum expansum, Lithothamnium philipii, Neogoniolithon divers* ... Toutes ces formes, ainsi qu'un grand nombre de Gastéropodes (Patelles, Fissurelles, Troques) ont été retrouvées dans les dragues au cours des multiples tentatives d'arrachage de roches en place (1). Elles sont, par contre, très peu abondantes dans les matériaux meubles organogènes qui tapissent les zones de piedmont entre — 60 m et — 75 m et dont nous avons pu examiner 2 échantillons : A. 81 sur la face externe du Banc vers — 76 m et A. 85 à — 70 m sur le flanc interne (voir fig. 34).

L'analyse de ces deux prélèvements montre que ces sédiments de piedmont sont des *sables organogènes à Bryozoaires.*

(1) Les spécimens vivants (les plus fréquents) ont été décrits par R. VAYSSIÈSE et G. FRED (1963).

Source : MNHN, Paris

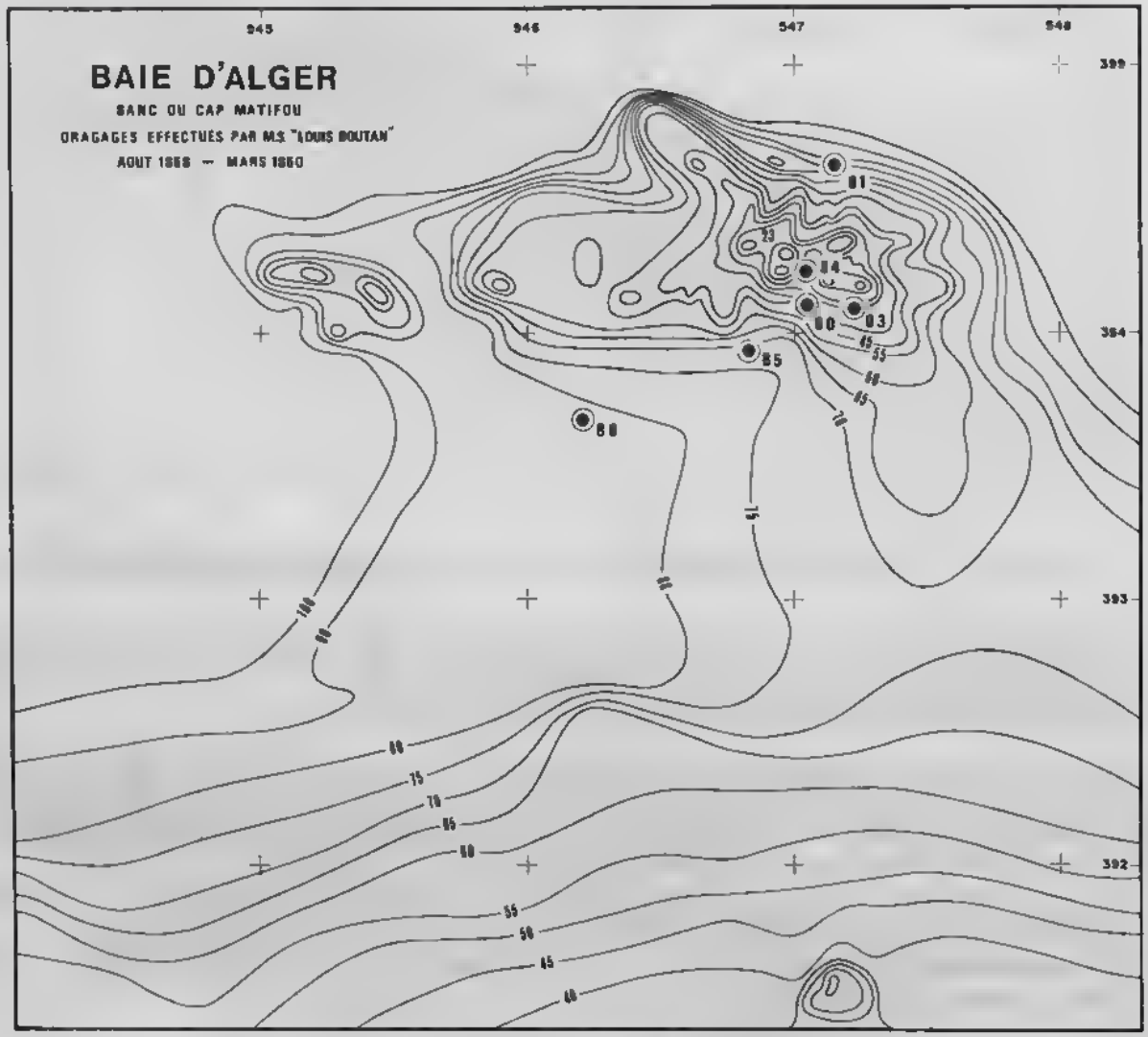



Fig. 34. — Morphologie du banc de Mstifou et prélèvements.

La *texture* de ces sables est grossière et hétérogène, semblable en tous points (courbes cumulatives comprises) à celle de leurs homologues oranais :
— $x = 1{,}1$ à $1{,}3$ mm;
— $\sigma = 0{,}93$ à $1{,}1$ unités $\Phi$;
— phase granulométrique grossière : 75 à 90 % du matériau;
— phase pélitique = moins de 1 %.

| *Composition* | *A. 81* | *A. 85* |
|---|---|---|
| Débris Bioclastiques | 21 % | 48 % |
| Bryozoaires | 67 % | 33 % |
| Lamellibranches | 1 % | 1 % |
| Gastéropodes | 4 % | 4 % |
| Algues calcaires | 3 % | 6 % |
| Débris terrigènes | + | + |
| Echinodermes | + | + |
| Hexacoralliaires | | + |

Les colonies de Bryozoaires sont en bon état de conservation (25 % en sont indéterminables) et un grand nombre de formes était vivant à la remontée de la drague. D'une manière générale, le nombre des espèces présentes dans chaque échantillon est assez élevé (30 au moins) mais ce sont toujours les deux

Source : MNHN, Paris

grandes colonies typiques des faciès *coralligènes* (au sens bionomique), *Porella cervicornis* et *Adeonella calveti*, qui constituent au moins la moitié des accumulations.

Les Gastéropodes sont de loin les Mollusques les plus abondants. Parmi les espèces les plus fréquentes, on peut citer : *Bittium reticulatum, Astraea rugosa, Alvania cimex, Alvanio pagodula, Cerithiapsis bilineata, Diodora apertura.*

Les Bivalves, relativement rares, sont présents uniquement sous forme de débris. On peut reconnaître cependant quelques valves de *Striarca lactea* et *Gonilia bipartita.* Les fragments d'Algues calcaires sont difficilement déterminables; ce sont pour la plupart des restes d'Algues crustacées. Deux ou trois petits « bouts » de *Lithothamnium calcareum*, morts et épigénisés ont été isolés dans 100 g de sédiment.

*En définitive, composition et texture indiquent que les sédiments à Bryozoaires du Banc de Matifou résultent plus de l'accumulation des organismes vivants sur les zones de piedmont que des apports en provenance des hauts-fonds ou de la plate-forme continentale.* La proximité du substratum rocheux affleurant sans doute par endroits est responsable de l'abondance des grands Bryozoaires et des Gastéropodes; mais la dégradation de ce substratum par les organismes qui y sont fixés doit être assez faible car les particules détritiques sont très peu fréquentes en A. 81 et A. 85; ce sont quelques quartz non usés et de rares minéraux lourds tous semblables à ceux que l'on observe dans toute la région sous-marine du cap Matifou (voir mémoire L. LECLAIRE, 1970).

Au-delà de l'isobathe — 75 m et vers la côte, ces sables à Bryozoaires passent progressivement à des vases argileuses. Les Bryozoaires représentent encore la majeure partie des débris identifiables en A. 85, soit 14 %, mais les espèces reconnues sont différentes (*Cellaria sinuosa, Cupuladria canariensis, Scrupocellaria, Crisia*) ce qui montre que les biocénoses superficielles ont changé tandis que les apports de matériaux plus coralligènes en provenance du Banc sont inexistants. Les Gastéropodes (4 %) sont eux aussi nouveaux : *Trifora perversa, Turritella communis;* les Bivalves, plus nombreux (4 %) réunissent des espèces caractéristiques des faciès *mixticoles* de la plate-forme : *Timoclea ovata, Parvicardium papillosum, Similipecten similis, Nuculana deltoidea...*

Plus à la côte, vers le cap Matifou lui-même, les vases se chargent en matériaux terrigènes grossiers et passent progressivement à des graviers et des sables à gemmes.

### D — LES SABLES ORGANOGÈNES A COQUILLIER D'ALGER-PLAGE.

Loin de s'étendre sur toute la bordure littorale de la baie comme ceux que l'on rencontre entre Arzew et St-Leu (Oranie), les sables à Coquillier d'Alger sont cantonnés uniquement dans les chenaux et les cuvettes intermattes des herbiers qui prolongent de 0 à — 15 m la côte entre l'embouchure de l'Oued Hamiz et le port de Lapérouse. Ils n'y forment pas de véritables gisements mais plutôt de simples placages étroitement localisés, probablement éphémères et certainement soumis à de constants remaniements.

Le seul échantillon ramené a été en effet dragué par — 13 m devant les platiers rocheux d'Alger-plage, dans une zone où l'existence de courants de fond dirigés de la plage vers le large a pu être mise en évidence (C.G.M.S. et L. LECLAIRE, 1963). Sa texture et sa composition montrent d'ailleurs à l'évidence que tous les composants organiques ont été élaborés puis transportés dans un milieu extrêmement agité.

*Texture :* Le diamètre moyen est ainsi celui d'un sable grossier ($x = 0{,}745$ mm) et il n'y a ni particules fines ni pélites; l'écart-type très faible ($\sigma = 0{,}10$) pour un sédiment organogène souligne bien que tous les éléments ont fait l'objet d'un fort triage avant leur dépôt et la courbe cumulative est très éloquente à cet égard (voir fig. 33).

La *composition* ne l'est pas moins avec une très forte proportion de débris bioclastiques :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 67 % |
| Algues calcaires | 1 % |
| Bryozoaires | 9 % |
| Lamellibranches | 8 % |
| Gastéropodes | 8 % |
| Echinodermes | 4 % |
| Terrigène grossier | 2 % |

De même, l'inventaire des éléments reconnaissables indique que toutes les formes identifiables sont d'origine très littorale.

Source : MNHN, Paris

Parmi les Bivalves on relève beaucoup de fragments cassés et il est significatif que ces derniers appartiennent presque tous aux espèces vivant au niveau du déferlement (*Tellines, Donax...*). A côté de ces débris, les valves déterminables sont très peu nombreuses (23 % du stock) ; elles proviennent toutes des espèces caractéristiques des biocénoses infralittorales installées sur les platiers rocheux et qui ont donc été moins soumises que les précédentes au broyage intense provoqué par le déferlement : *Glanz trapezia, Cardita calyculata, Venus casina.* Quelques unes, indicatrices d'instabilité comme *Lembulus pella,* confirment que les biocénoses de toute cette zone doivent être souvent remaniées. Les Gastéropodes sont bien représentés mais uniquement par des débris de *Bittium, Rissoidés.*

Les colonies rencontrées sont seulement celles des espèces littorales (*Cellariidés, Margaretta cereoides*). A noter également l'absence de toutes les petites formes épiphytes de l'herbier qui ne participent décidément pas à la sédimentation. *De plus, comme dans tous les sédiments organogènes littoraux que nous avons vus jusqu'à présent, la proportion des colonies remaniées est très élevée (75 %) ce qui paraît être une caractéristique constante, donc intéressante paléoécologiquement.*

Les Echinodermes sont bien représentés mais uniquement par des plaques et des radioles de *Paracentrotus lividus* dont les spécimens vivants sont très fréquents sur toutes les roches voisines. Les Algues calcaires, au contraire, sont très peu abondantes et en partieulier aucun débris de *maerl* n'a été retrouvé, bien que l'environnement paraisse on ne peut plus propice. Les rares thalles (1 %) recueillis proviennent ainsi des formes *saxicoles* et très rarement des Corallinées.

Cette absence de Lithothamniées dans toute la zone littorale du cap Matifou où il n'y a pas de champs de *maerl,* est très importante à signaler car c'est la première fois qu'elle est constatée depuis l'Oranie. Il semblerait à première vue qu'elle puisse être mise en liaison avec l'importance des apports terrigènes fins déversés à proximité par l'Oued Hamiz qui draine bon nombre de formations marneuses mio-pliocènes de l'arrière-pays, mais outre que les *maerls* s'accomodent d'une certaine sédimentation terrigène fine comme nous l'avons vu devant Port-aux-Poules et ainsi que le signale R. Jacquotte (1962), on a vu qne les sables organogènes d'Alger-plage sont justement dépourvus de phase pélitique. De plus, tous les graviers draguès autour des Ilôts Agueli et Sandja, ne renferment pas, eux non plus, de débris de *maerl,* bien que toutes les conditions favorables à leur développement soient là aussi réunies.

*La disparition ou tout au moins la raréfaction des thalles de Lithothamnium calcareum et de Lithothamnium corallioides à partir de la baie d'Alger apparaît ainsi comme un fait général et ses causes doivent être recherchées probablement dans des altérations des conditions physico-chimiques du milieu marin.*

Quoiqu'il en soit, les sables à Coquillier d'Alger-plage n'en apparaissent pas moins comme bien typiques des formations organogènes mises en place actuellement sur les fonds rocheux de la bordure littorale.

## III — CONCLUSION

Sur le précontinent algérois, les sédiments organogènes sont donc bien moins répandus qu'en Oranie. Leurs gisements très morcelés, en voie de disparition rapide sous les apports terrigènes fins qui recouvrent toutes les zones planes ou déprimées de la plate-forme, sont restreints aux fonds durs à substratum vraisemblablement rocheux de la bordure littorale et du pourtour des grands massifs côtiers (Chenoua, Bouzarea, Cap Matifou).

Cependant, leurs textures et leurs compositions demeurent analogues à celles des sédiments organogènes oranais et les principaux faciès sont retrouvés à peu près inchangés. Les *gravelles* de Castiglione sont ainsi identiques aux *maerls* de l'Oranie.

De même, la distribution des divers types de matériaux organogènes actuels est-elle déterminée par les mêmes facteurs du milieu qui règlent la répartition et la composition des épibiocénoses.

De même, les sédiments organogènes du rebord continental renferment-ils beaucoup d'éléments *reliques* dont la mise en place paraît contemporaine de celle de leurs homologues oranais. Il en est ainsi des sédiments organogènes profonds du Chenoua dont l'existence confirme le caractère général et l'ampleur de la dernière régression qui a affecté le précontinent algérien.

Source : MNHN, Paris

Cependant, la physionomie même des dépôts organogénes, anciens comme actuels, change progressivement au fur et à mesure que l'on passe de la baie de Castiglione á la baie d'Alger. En dehors de quelques modifications de la composition des accumulations de Bivalves et de Bryozoaires, le changement tient surtout á la raréfaction des débris de *maerls* dont aucun amoncellement n'a été retrouvé en baie d'Alger. Les causes de cette modification sensible des peuplements végétaux doivent être essentiellement d'ordre physico-chimique et provenir d'une modification des caractéristiques hydrologiques du milieu. On peut ainsi penser que la « méditerranéisation » du courant d'eaux atlantiques en est le facteur principal, mais aucune mesure précise n'ayant été effectuée dans ce domaine, on en est réduit à cette hypothèse et á poser le problème. Fait plus intéressant, cette raréfaction des *maerls* á partir de la baie d'Alger *n'est pas un phénomène actuel* car les formations profondes du Ras Acrata en sont déjà dépourvues. Ainsi ce caractére important de l'évolution géographique de la sédimentation organogène se manifestait-il au cours de la derniére période tardiglaciaire et les fluctuations géographiques des conditions de milieu étaient-elles déjá ce qu'elles sont maintenant. Malheureusement, l'absence de *maerl* ne permet pas de définir avec autant de précision qu'en Oranie, les modalités de dépôt des formations anciennes et surtout de voir si les rebords externes du précontinent ont été ou non affectés de mouvements de surrection.

Il reste néanmoins qu'á défaut de caractéristiques particuliéres, les sédiments organogénes de la baie d'Alger présentent plus d'analogies avec ceux de la région constantinoise qu'avec ceux de l'Oranie, ce qui confére un caractére de « transition » á la sédimentation organogéne du précontinent algérois.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

*CHAPITRE IV*

# LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA RÉGION CONSTANTINOISE

Nous avons rassemhlé sous l'appellation de PRÉCONTINENT CONSTANTINOIS toutes les plates-formes, les corniches, les écueils et les vallées sous-marines qui bordent les côtes algériennes depuis le cap Carhon jusqu'à la frontière tunisienne. Dans cet ensemble assez vaste, on peut distinguer selon leur morphologie générale, 4 grandes sous-régions qui sont, soit des corniches littorales avec écueils et bancs ( PRÉCONTINENT KABYLE, BORDURE DE L'EDOUGH), soit des élargissements plus ou moins forts du plateau continental (GOLFE DE PHILIPPEVILLE, GOLFE DE BÔNE, PLATEAU DE TABARCA).

Les premières (corniches littorales) constituent, comme en Oranie et en Algérois, le prolongement sous-marin des grands massifs côtiers où les terrains de nature cristalline ou éruptive (Massif de Kahylie, Massif de l'Edough), jouent un grand rôle, les secondes (élargissements) correspondent à l'avancée extrême des hassins suhsidents néogènes ou quaternaires (Plaine de Fetzara, Plaine de Bône).

Sur les bordures étroites, les sédiments organogènes sont restreints uniquement aux fonds rocheux qu'ils recouvrent d'un manteau peu épais, d'où la nécessité de décrire chaque affleurement; sur les fonds des golfes et notamment à partir de Bône, ils reprennent une très large extension et leur étendue éclipse même celle des matériaux terrigènes. De faciès peu variés jusqu'à Bône, les sédiments organogènes deviennent vers l'extrémité orientale du précontinent algérien, d'une diversité jusque là inconnue et de nouveaux types d'accumulations font leur apparition.

Les deux grands traits de la sédimentation organogène (ancienneté et envasement des formations profondes) se retrouvent néanmoins mais avec des caractères particuliers.

## I. — LE PRÉCONTINENT KABYLE

Le Précontinent Kabyle englobe toute la succession de corniches et de talns sous-marins bordant les massifs kabyles : Grande Kahylie, Petite Kabylie, Kabylie de Collo.

D'Ouest en Est, on peut distinguer :

— la bordure de Grande Kabylie, qui va de Dellys à l'embouchure de l'Oued Saket et qui n'a pu être prospectée;
— le Golfe de Bougie qui possède l'allure d'un talus d'accumulation sédimentaire et se termine par un brusque rétrécissement au niveau de la Pointe Cavallo;
— le Plateau de Djidjelli qui rassemhle toute une série de bauts-fonds, d'écueils et sépare le Golfe de Bougie de celui de Djidjelli;
— le Golfe de Djidjelli dont la morphologie et la couverture meuble sont semhlables à celles du Golfe de Bougie;
— la corniche du Massif de Collo très étroite et précédant l'échancrure du golfe de Philippeville.

Toute cette zone a été explorée par L. LECLAIRE en 1963 qui y a réalisé 150 dragages répartis sur 22 radiales. Dans l'ensemhle, les échantillons ramenés ont confirmé les ohservations du Service

Source : MNHN, Paris

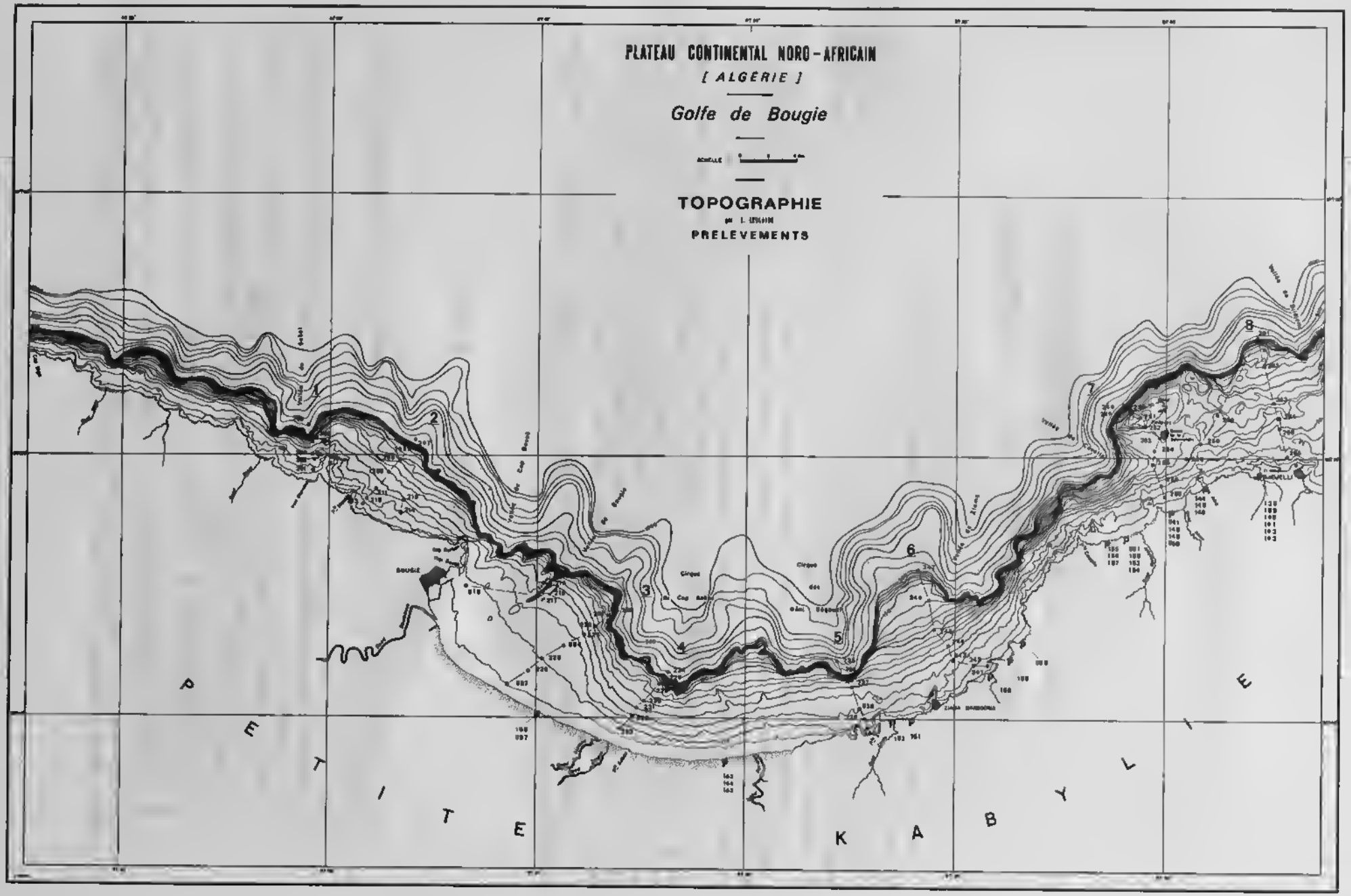



FIG. 35. — Carte de localisation des prélèvements dans la baie de Bougie.

Source : MNHN, Paris

Hydrographique : les sédiments organogènes ne recouvrent que les fonds accidentés et rocheux, en dehors des deux golfes de Bougie et Djidjelli, tapissés uniquement par des matériaux terrigènes grossiers et fins.

## A — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE BOUGIE

Dans la baie de Bougie proprement dite, c'est-à-dire entre le cap Carbon et la Pointe Cavallo (voir fig. 35), les sédiments organogènes sont, si l'on en croit les cartes marines, à peu près inexistants et de fait aucun échantillon n'a pu y être dragué.

Sur le premier élargissement que dessine la corniche kabyle entre l'embouchure de l'Oued Saket et la pointe Mézaïa, quelques fonds rocheux présentent par contre une mince couverture de matériaux calcaires, coralligènes selon les cartes et 3 prélèvements ont pu en être ramenés par L. LECLAIRE : l'un, des alentours de l'Ile Pisan, les deux autres du secteur compris entre la Pointe Mézaïa et le cap Carbon.

Ainsi que le montrent tous les dragages réalisés dans cette zone où il n'y a pas de véritable plateau continental, les sédiments calcaires paraissent restreints en une bande mince, discontinue, intercalée entre les graviers détritiques littoraux et les vases ou boues argileuses de la pente continentale. Leur importance dans la sédimentation meuble locale est quasiment négligeable.

### 1 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE L'ILE PISAN.

Au milieu des roches et des sables terrigènes qui caractérisent la couverture de la bordure littorale entre l'Oued Saket et l'Ile Pisan, la drague a ramené par — 30 m (B. 202, radiale B I), *un sable organogène à Coquillier.*

Ce sable de texture grossière ($x = 1{,}55$ mm) peu hétérogène ($\sigma = 0{,}72$ unités $\Phi$), graveleux (phase granulométrique grossière = 98 % du matériau), a été prélevé au fond d'une petite dépression entourée de reliefs tourmentés.

Sa composition est la suivante :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 77 % |
| Bryozoaires | 6 % |
| Algues calcaires | + |
| Lamellibranches | 2 % |
| Gastéropodes | 7 % |
| Hexacoralliaires | 1 % |
| Echinodermes | + |
| Terrigène grossier | 4 % |

Comme on le voit, la fraction *Coquillière* doit son importance aux fragments de Gastéropodes dont les coquilles sont très nombreuses en raison sans doute de la proximité des surfaces rocheuses couvertes d'Algues et de Posidonies. En effet, les formes les plus communes sont presque toutes caractéristiques des herbiers littoraux : *Alvania montagui, Alvania cimex, Gibberula miliaria, Tricolia pulla, Diadora apertura;* la présence de quelques spécimens de *Rissoa auriscalpium* indique même que des courants assez forts se font sentir sur ces petits fonds. D'une manière générale, le nombre des espèces est relativement élevé et le pourcentage des spécimens intacts est l'un des plus forts que nous ayons pu calculer : 65 %. Si les coquilles transportées depuis les surfaces rocheuses superficielles sont fréquentes, il n'en ressort donc pas moins que beaucoup d'autres ont dû se déposer « in situ » et cela n'est pas étonnant car les Gastéropodes de l'herbier comptent beaucoup de formes vagiles (M. LEDOYER, 1962).

Les rares valves de Lamellibranches sont des Nucules et des Huîtres (*Ostraea cochlear*); quelques fragments bien reconnaissables de *Pteria hirundo* rappellent que les fonds vaseux de la pente sont peu éloignés.

Parmi les Bryozoaires, on peut surtout reconnaître des colonies communes dans les biocénoses également adaptées aux milieux agités (*Schismopora tubigera, Cellaria salicorniaides*) ou tout simplement superficiels (*Margaretta cereoides*). Les grandes colonies répandues dans les faciès coralligènes sont en revanche absentes.

Les Algues calcaires et les Echinodermes sont représentés uniquement par des débris indéterminables de même que les Hexacoralliaires.

Source : MNHN, Paris

Dans l'ensemble, la nature des fractions calcaires révèle donc que le sable prélevé en B. 202 est constitué par l'accumulation de débris organogènes transportés en grande partie depuis les herbiers littoraux voisins dans un milieu relativement agité. L'importance de la fraction *Bioclastique* en témoigne d'ailleurs comme l'allure même des particules terrigènes grossières qui sont, pour la plupart, des quartz ronds-mats ou des fragments de grès fins à ciment calcaire, roulés, usés et probablement arrachés par l'érosion marine aux formations littorales d'âge oligocène.

L'épaisseur de ces sédiments organogènes est sans doute très faible et ils doivent former tout juste une pellicule à la surface du substratum rocheux car en B. 203, en contrebas de B. 202, la drague n'a raclé que quelques thalles calcaires et de rares coquilles à la surface d'un fond dur.

D'ailleurs, dès — 50 m, la couverture meuble de la pente continentale change complètement de nature et les matériaux organogènes qu'elle renferme sont peu nombreux et d'origine toute différente.

Ce sont ainsi des valves de Lamellibranches qui édifient l'essentiel des faibles fractions organogènes (17 %) isolées dans les *sables terrigènes fins* draguès en B. 204 (— 58 m). Les espèces reconnues sont très diverses mais aucune n'est littorale ou indicatrice de milieux agités. On rencontre plutôt des formes habituellement bien adaptées (à l'état vivant) aux faciès *mixticoles* de la plate-forme : *Timoclea ovata* (26 % de la fraction Bivalves), *Parvicardium nodosum* (10 %), *Corbula gibba* (9 %), *Parvicardium papillosum* (6 %), divers *Chlamys* et aussi *Psammobia faeroensis*. Les Bryozoaires sont représentés uniquement par des colonies pouvant proliférer sur les mêmes substrats : *Cupuladria canariensis*, *Crisiidae*, *Scrupocellaria*, *Cellariidae*... Une petite espèce (*Buchneria fayalensis*) indique aussi la proximité des vases profondes. Les Algues calcaires, les Hexacoralliaires et les Echinodermes sont absents.

*En conclusion, la sédimentation organogène dans le secteur de l'Ile Pisan apparaît donc comme très localisée, littorale et toute récente; on pourrait presque dire qu'elle est « accidentelle » !*

## 2 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA POINTE MEZAIA AU CAP CARBON.

L'existence de sédiments organogènes sur les fonds accidentés de la bordure littorale entre la Pointe Mezaïa et le cap Carbon est connue d'après les cartes marines et depuis un dragage (station A. 16) réalisé par le « *Pt. Théodore Tissier* » lors de sa croisière algérienne de juin-juillet 1952. M^me^ P. LEMOINE écrit à propos des Algues calcaires qui ont été alors recueillies et qu'elle a étudiées (1957) : « La drague a ramené d'une profondeur de — 55 m, des quantités de petits blocs concrétionnés de forme irrégulière tous de 2 à 6 cm de diamètre, recouverts de thalles calcifiés roses de Mélobésiées et de thalles membraneux, rouge foncé, de Squamariacées, associés aux Bryozoaires.... Ce genre de formation correspond aux « fonds coralligènes » et est plus exactement désigné par PERES sous le nom de « coralligène de plateau ».

L. LECLAIRE ayant effectué une dizaine de dragages au même endroit, j'ai pu examiner deux prélèvements provenant de ces fonds dits coralligènes : B. 211 (— 45 m) et B. 215 (— 42 m), radiale B. 2.

Ce sont tous des *sables organogènes à Bryozoaires.*

Les relevés de sonde indiquent qu'ils tapissent le substratum rocheux sur une faible épaisseur.

*Texture :* Elle est un peu plus grossière que celle de leurs homologues oranais :
- $x = 1{,}500$ mm;
- $\sigma = 1$ à 1,5 unités $\Phi$;
- phase granulométrique grossière : 90 % à 97 %;
- phase pélitique = néant.

*Composition :* Elle est très différente de celle que nous avons décrite en B. 202 (Ile Pisan).

| | *B. 211* | *B. 215* |
|---|---|---|
| Débris bioclastiques | 53 % | 40 % |
| Algues calcaires | 9 % | 7 % |
| Bryozoaires | 17 % | 38 % |
| Lamellibranches | 1 % | 2 % |
| Gastéropodes | 7 % | 1 % |
| Echinodermes | 1 % | + |
| Hexacoralliaires | 7 % | + |
| Foraminifères | + | + |
| Terrigène grossier | 4 % | 11 % |

Source : MNHN, Paris

On voit ainsi que les débris bioclastiques sont bien moins nombreux, tandis que les Bryozoaires, si fréquents dans les faciès coralligènes de la plate-forme, prennent un grand développement. Quelques colonies relativement superficielles se mêlent néanmoins aux précédentes en B. 211, mais ce sont uniquement des formes adaptées à des milieux calmes et peu éclairés (surplombs, grottes) comme *Margoretto cereoides*, et qui ne peuvent donc témoigner d'un apport important d'origine côtière.

A ce sujet, la fraction « Gastéropodes » fournit des résultats intéressants : ni en B. 211, ni en B. 215, je n'ai pu, en effet, recueillir la moindre coquille littorale. En revanche les Murex, quelques Troques et des Turritelles, sont les seuls tests reconnaissables.

Parmi les Bivalves, aucune espèce vraiment infralittorale ou indicatrice de fonds agités ne peut être également signalée; dans leur fraction d'importance négligeable (ce qui est également significatif) la proportion des débris est très élevée et les valves fréquentes sont celles des faunes vivant dans les biocénoses coralligènes de la région : *Gonilia bipartito*, *Striarca lacteo*, *Nucula nitida*... Une espèce jamais rencontrée jusqu'à présent est parfaitement typique : *Acar pulchella*.

Les Algues calcaires sont les mêmes que celles qui ont été décrites par Mme P. Lemoine; les thalles calcifiés les plus nombreux proviennent des deux espèces souvent associées (G. Hamel et M. Lemoine, 1952) : *Pseudolithophyllum expansum* et *Lithothamnium fruticulasum*. Comme Mme Lemoine, j'ai également retrouvé quelques arbuscules de *Lithothamnium colcoreum*, mais leur importance est négligeable et on peut dire qu'ils ne constituent jamais de fonds de *moerl* dans ce secteur.

Les Hexacoralliaires sont bien conservés et j'ai pu isoler quelques exemplaires de *Poracyothus pulchellus*, *Biflabellum anthaphyllum* et *Leptosommia pruvoti*. Cette dernière trouvaille confirme les indications écologiques fournies par *Margoretto cereoides* à savoir le faible éclairement régnant sur une partie de ces fonds.

*En définitive*, les sables à Bryozoaires de la Pointe Mezaïa proviennent de l'accumulation *in situ* des débris abandonnés par les biocénoses coralligènes installées sur les fonds rocheux de la corniche littorale (grès oligocène probablement). Cette accumulation beaucoup plus importante qu'aux alentours de l'Ile Pisan ne doit rien aux apports littoraux mais son étendue est très restreinte car dès — 60 m la drague remonte des vases plus ou moins fluides et sur une distance de 500 m, la couverture meuble a complètement changé de nature.

A proximité des sables organogènes précédents, les vases renferment cependant de nombreux débris calcaires d'origine organique dont l'examen se révèle très fructueux.

Ainsi, en B. 210, dans une vase calcaréo-argileuse où la teneur en particules pélitiques dépasse 25 % tandis que la phase granulométrique grossière atteint à peine 29 % du poids total, on peut trier les matériaux organogènes suivants :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 10 % |
| Algues calcaires | 3 % |
| Bryozoaires | 13 % |
| Lamellibranches | 2 % |
| Gastéropodes | + |
| Echinodermes | + |
| Foraminifères | 2 % |

Ce qui apparaît tout de suite remarquable dans cette composition c'est qu'elle est nettement *déséquilibrée*; elle signale, en effet, la rareté des Lamellibranches et l'abondance des Bryozoaires dans un sédiment dont la texture ne peut être que favorable à la prolifération des premiers. Ce *déséquilibre* manifeste entre le sédiment et la nature des débris calcaires qu'il renferme apparaît encore plus net si l'on examine de près ces derniers.

En effet, les Bryozoaires qu'on peut s'attendre à retrouver dans ces niveaux (*Cellariidae*, *Scrupocellariidae*, *Cupuladriidae*...) sont en fait peu nombreux (24 % des populations) par rapport à tous ceux qui sont caractéristiques des biocénoses coralligènes : *Porella cervicornis* (10 %), *Adeonella calveti* (18 %), *Hornero pinnata*, *Tervia irregularis*, *Myriaporo truncata*...

De même, parmi les Bivalves, on peut citer peu de foemes soit *mixticoles* typiques soit *vasicoles*; les valves les plus communes sont au contraire celles des Arcidés (*Arca diluvii*, surtout), de *Gonilia biportita*, *Nucula nitida*, valves qui sont également fréquentes sur les fonds coralligènes.

En ce qui concerne les Gastéropodes, il faut noter l'absence des spécimens plus ou moins *vasicoles* comme *Turritella communis* ou *Ringiculo conformis*, et les coquilles intactes sont rares : *Williamia gussonii*, *Chrysollida doliolum*, *Retuso semisulcata*.



Source : MNHN, Paris

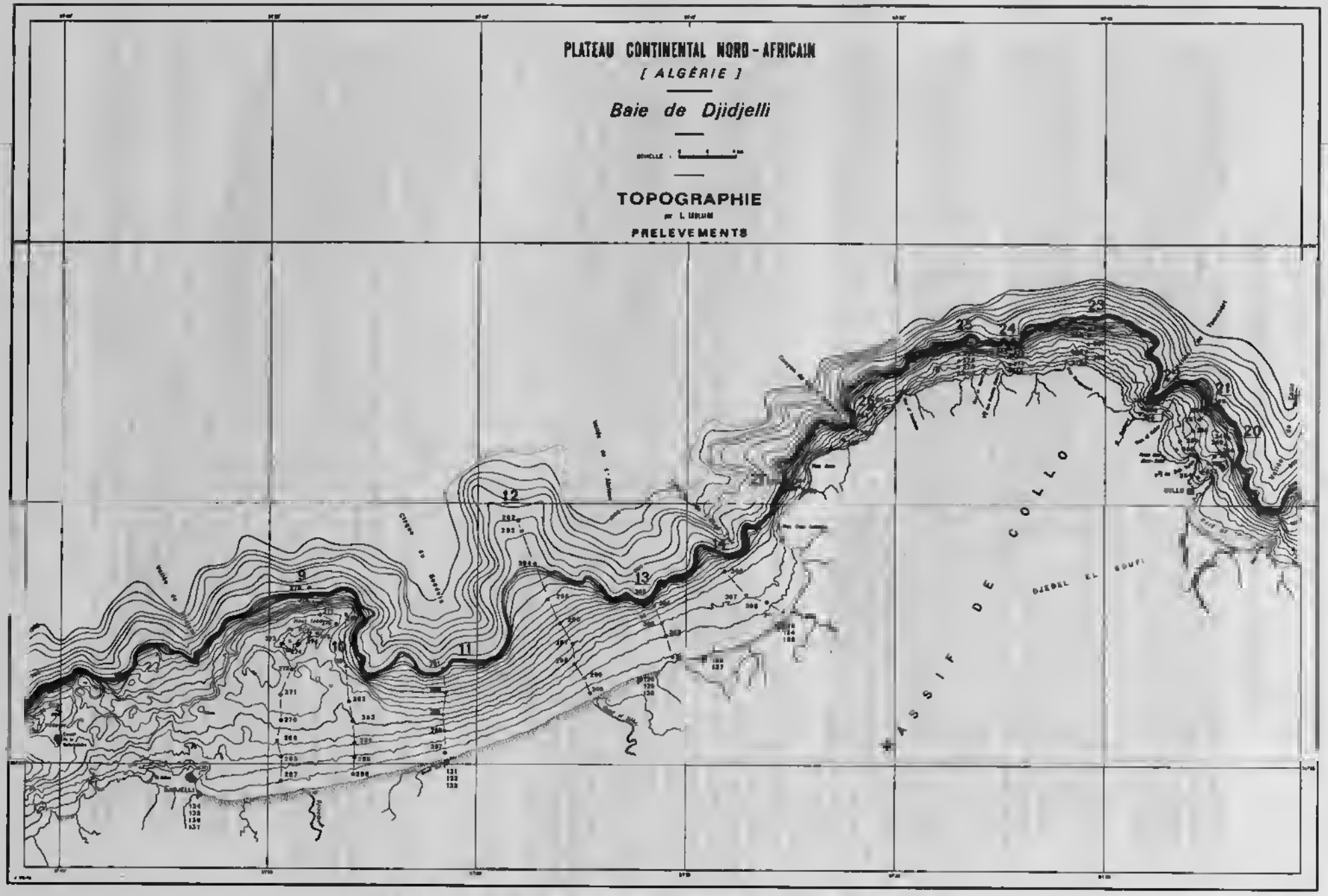



Fig. 36. — Carte de localisation des prélèvements dans la baie de Djidjelli.

Source : MNHN, Paris

Ainsi donc, issue de faunes et flores de type coralligène, la majeure partie de la fraction organogène de B. 210 (vase calcaréo-argileuse) ne peut résulter d'un dépôt actuel *in situ* et sa présence doit être alors attribuée, soit à un transport depuis les faciès coralligènes voisins, soit à une mise en place relativement ancienne. Comme l'hypothèse d'un transport, actuel ou même ancien, ne peut s'accorder ni avec l'abondance des particules pélitiques, ni avec la nature des éléments organogènes (tous indicateurs de biotopes peu agités), encore moins avec leur faible remaniement, on peut donc estimer sans trop de hardiesse que les vases calcaréo-argileuses sont le produit d'un envasement tout récent de la corniche kabyle; envasement qui a progressivement « étouffé » sous des apports argileux les diverses biocénoses coralligènes installées auparavant sur les fonds à substratum probablement rocheux.

*Toutes ces observations montrent à quel point l'envasement de la marge continentale algérienne est général et nous allons d'ailleurs le retrouver sur les autres corniches de la bordure kabyle.*

## B — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU PLATEAU DE DJIDJELLI

Des falaises jurassiques du cap Bouak au massif volcanique miocène de Cavallo, la marge continentale continue à se développer et la baie de Bougie se loge dans la première échancrure de la côte kabyle. Les fonds marins descendent en plans doucement inclinés depuis la côte jusqu'au rebord continental, la pente elle-même étant festonnée par de grands cirques plus ou moins évasés. Les sédiments organogènes disparaissent et la couverture meuble est uniformément constituée par des vases ou des sables terrigènes (1).

Au droit de la Pointe Cavallo, la marge continentale se rétrécit à nouveau en une étroite corniche de type kabyle puis s'élargit brusquement du Ras Afia jusqu'un peu à l'Est de Djidjelli. Ce dernier élargissement prolonge l'avancée de la côte qui sépare les baies de Bougie et Djidjelli et est lui-même *encadré* par la vallée sous-marine de Cavallo à l'Ouest et le cirque du Seddets à l'Est : c'est le *Plateau sous-marin de Djidjelli* (voir fig. 35 et 36).

Rompant avec la régularité qu'elle affecte dans les baies voisines, la plate-forme continentale y présente un relief très tourmenté et deux ensembles de hauts-fonds peuvent être distingués :

— le banc des Kabyles et l'écueil de la Salamandre devant le Ras Afia;
— la seiche de Djidjelli au N-E de ce port.

En même temps que la morphologie, la nature de la couverture meuble change radicalement et tout autour des affleurements rocheux qui sont très nombreux, s'accumulent des sables organogènes grossiers que les cartes marines ont noté *coralligène* ou plus simplement *graviers*.

Devant les côtes très découpées, la bordure littorale conserve une surface très accidentée et des sables terrigènes plus ou moins fins y alternent avec des têtes de roche.

La forte inclinaison du talus continental contraste avec l'allure relativement plane du plateau et les vases terrigènes habituelles forment une mince couverture sur ces pentes probablement rocheuses.

A l'Est de Djidjelli, dans la baie du même nom, la marge continentale reprend à nouveau une morphologie et une couverture sédimentaire de type « bougiote » et les sédiments organogènes du plateau de Djidjelli sont ainsi complètement isolés de ceux que l'on va retrouver devant la Kabylie de Collo (voir fig. 36).

Sur les 41 dragages réalisés entre Ras Afia et Djidjelli 4 ont raclé des substrats accores, 14 ont ramené des matériaux calcaires organogènes, 1 seulement des matériaux mixtes organo-terrigènes. Tous les résultats obtenus lors de l'étude de ces 15 échantillons ont été portés sur les radiales n° 7, 8 et 10.

### 1 — DESCRIPTION DES SÉDIMENTS.

La nature et la texture des sédiments organogènes du plateau de Djidjelli sont relativement

(1) Voir esquisse sédimentaire de L. Leclaire, feuille de Bougie.

Source : MNHN, Paris

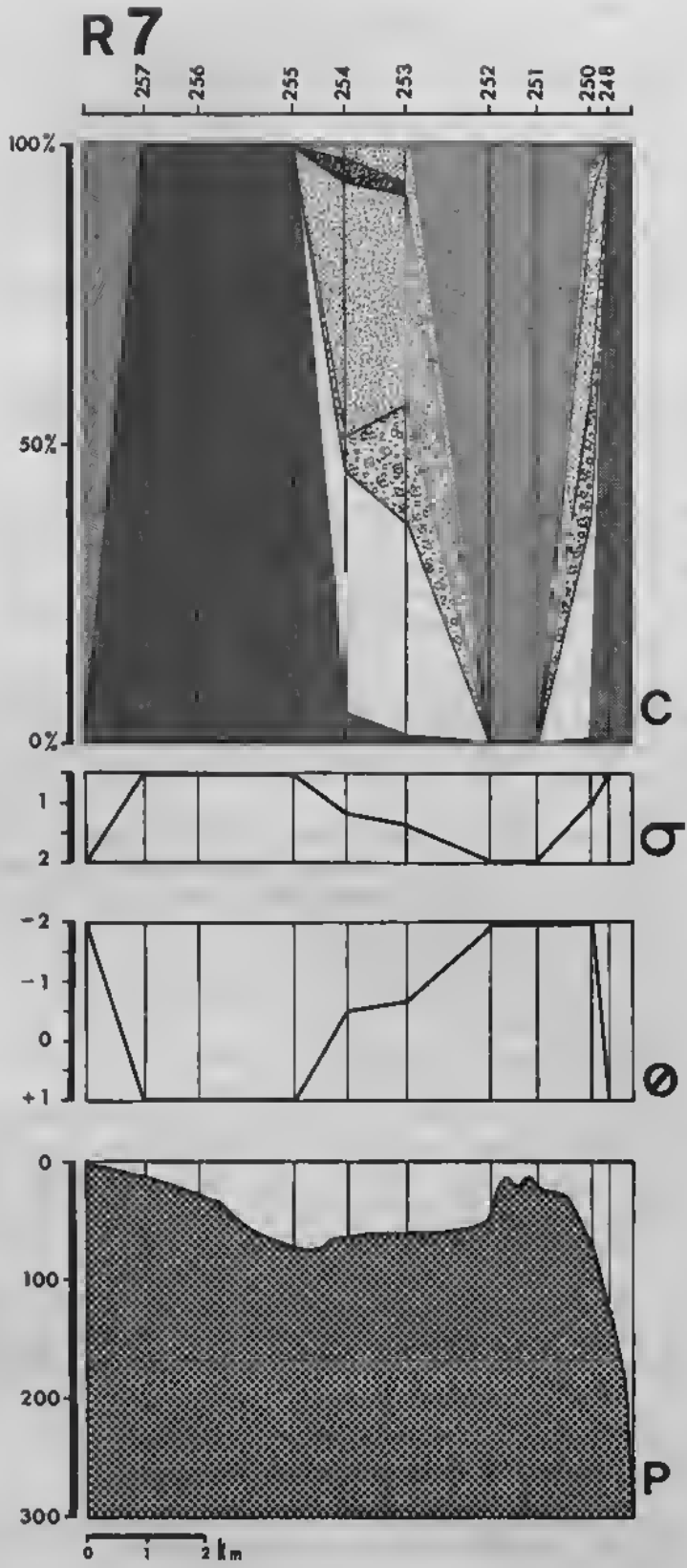



Fig. 37. — Radiale R 7. En travers du banc des Kabyles.

Source : MNHN, Paris

uniformes. Sur 15 prélèvements, 12 se sont révélés être des sables et graviers à Bryozoaires, 2 des sables et graviers organogènes à Algues calcaires, le sédiment mixte est un sable grossier à Coquillier. Aucune vase à organogène proprement dite n'a pu être recueillie.

a) **Les sables organogènes à Bryozoaires.**

Constituant à eux seuls l'essentiel des dragages réalisés sur les gisements dits de *coralligène*, ils tapissent aussi bien les pentes des hauts-fonds que les reliefs et les à-plats de la plate-forme, entre — 46 m et — 70 m. Leurs textures et leurs compositions présentent les caractéristiques suivantes :

*Texture :* Elle est en général beaucoup plus grossière et hétérogène que celle de leurs homologues oranais, selon une tendance déjà marquée dans les sables et graviers à Bryozoaires de Bougie.

Les diamètres moyens oscillent entre 1,400 mm et 2,800 mm, mais en 2 échantillons les valeurs calculées s'écartent de la moyenne sans que la texture elle-même soit profondément modifiée : $x = 4{,}5$ mm en B. 250 et 0,800 mm en B. 272 et B. 276 (voir fig. 37 et 40).

L'hétérogénéité reste toujours forte : $0{,}95 < \sigma < 1{,}60$ unités $\Phi$.

Les courbes cumulatives ne se distinguent en rien de toutes celles que nous avons pu établir, exception faite pour B. 272 où la proportion des particules grossières est de 50 % contre 83 % à 99 % dans les autres échantillons (voir fig. 38).

D'une manière générale, il n'y a pas de phase pélitique et les variations des paramètres texturaux restent limitées et de caractère accidentel.

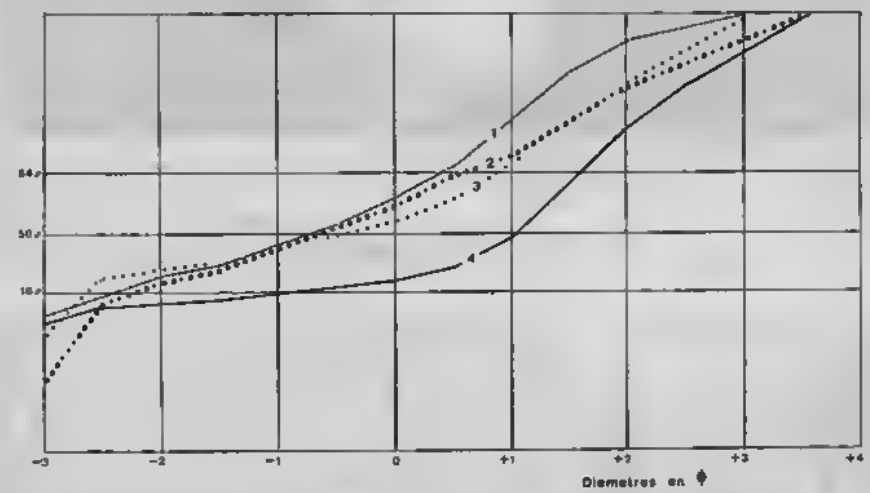



FIG. 38. — Courbes cumulatives de quelques sédiments organogènes du plateau des Kabyles. 1 = Sable organogène à Bryozoaires (B. 264) ; 2 = Sable organogène à Algues calcaires (B. 281) ; 3 = Sable mixte à Coquillier (B. 273) ; 4 = B. 272.

*Composition :* Ce qui distingue surtout les sables à Bryozoaires de Djidjelli, c'est leur faible teneur en débris bioclastiques et l'importance de la fraction *Algues calcaires*. En Oranie, on l'a vu, les thalles calcaires sont très peu nombreux dans les sédiments calcaires à Bryozoaires; ici, au contraire, les fragments de thalles représentent une part non négligeable du matériau. Leurs accumulations peuvent atteindre de 15 à 25 % dans certains cas et ce qui est d'autant plus remarquable c'est que le nombre des colonies ne décroît pas corrélativement comme c'était le cas précédemment. De fortes teneurs en Algues calcaires peuvent donc accompagner de fortes teneurs en Bryozoaires.

Les fractions *Bryozoaires* de leur côté constituent toujours plus de 10 % des sédiments et dépassent souvent la proportion de 25 %; elles représentent même de 50 % à 55 % des sables dragués en B. 277 et B. 260 (voir fig. 39 et 40).

D'une manière générale, les thalles calcifiés et les branches de Bryozoaires sont presque toujours isolés dans la phase granulométrique grossière, mais il y a aussi une exception : en B. 272 les zoaria sont, en effet, plus nombreux dans la phase moyenne ce qui donne une allure très particulière à ce sable nettement plus fin que les autres et sur lequel nous reviendrons.

Source : MNHN, Paris

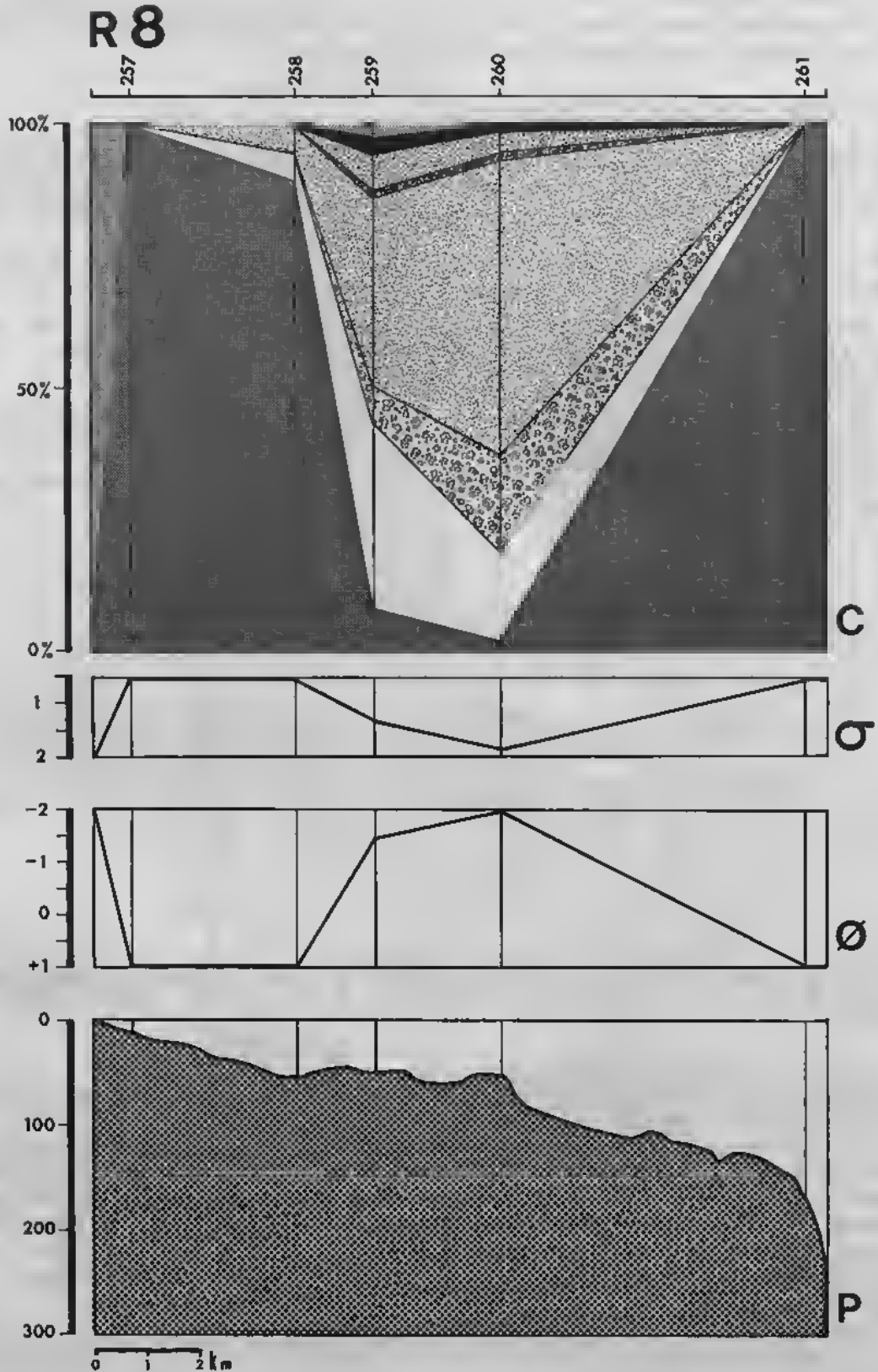



Fig. 39. — Radiale R. 8. Devant Djidjelli.

Source : MNHN, Paris

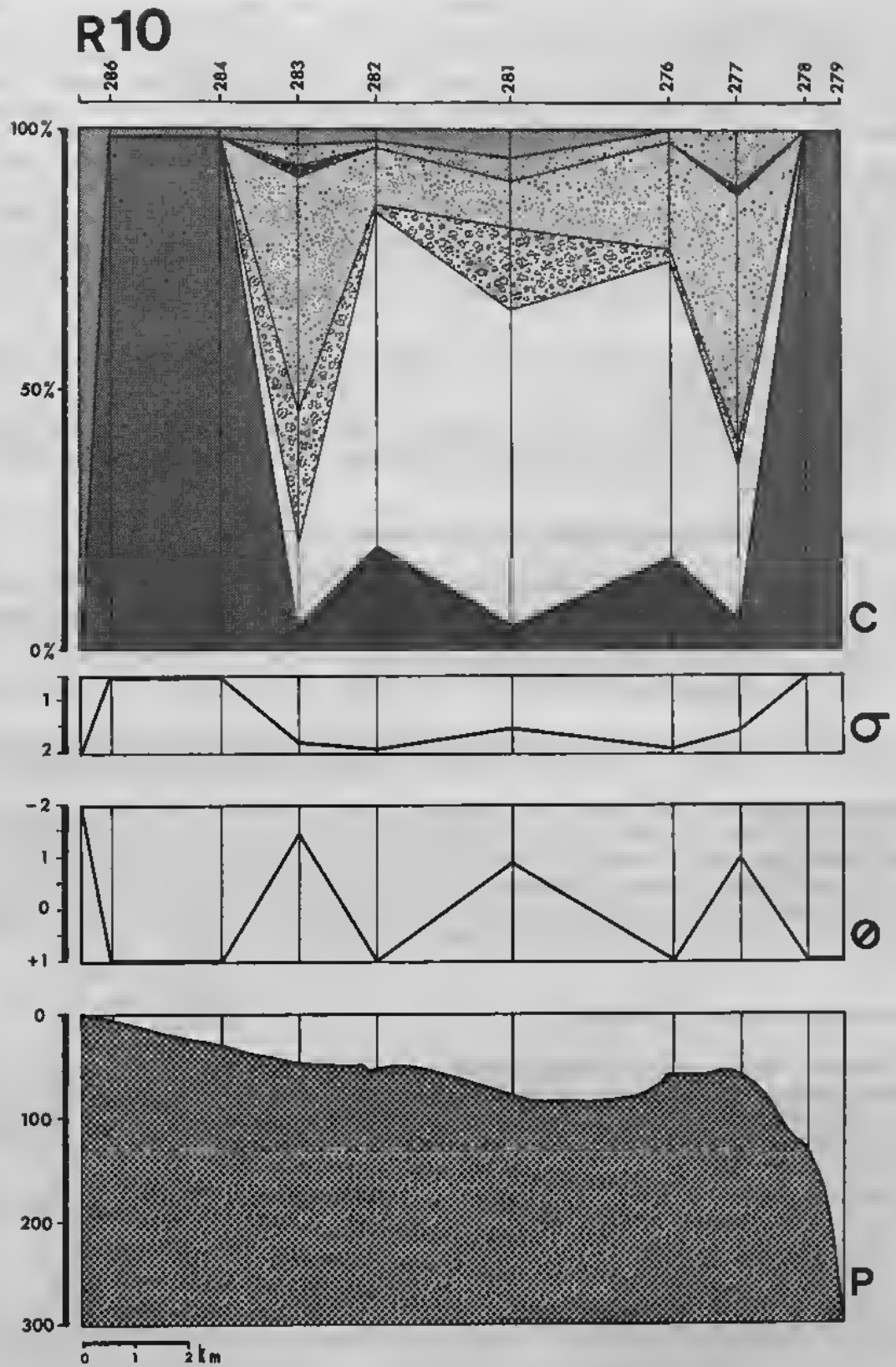



Fig. 40. — Radiale R. 10. En travers de la Seiche de Djidjelli.

Source : MNHN, Paris

La fraction *Coquillière* est très réduite, beaucoup plus qu'en Oranie, et de plus ce sont les Gastéropodes qui en forment la majeure partie (jusqu'à 11 % en B. 277). Les valves de Lamellibranches demeurent toujours plus rares (moins de 5 % sauf en B. 250 où leur proportion est de 7 %) et les Brachiopodes un peu plus fréquents que dans la région d'Oran ne sont pas encore en nombre suffisant pour pouvoir être triés à part. Ces faibles proportions sont *normales* si l'on tient compte de la nature des substrats et également de la rareté des faciès *mixticoles* dans tout le secteur.

Des plaques et des piquants d'Echinodermes peuvent être observés dans tous les échantillons mais leur quantité est très faible et n'atteint jamais 1 %.

Les fragments de Polypiers sont plus fréquents et plus répandus, ce qui paraît devoir être ainsi un caractère constant des sables à Bryozoaires; ils arrivent même à édifier jusqu'à 6 % du sédiment en B. 264.

Les Foraminifères, spicules d'Eponge et Ostracodes n'ont aucun rôle dans la constitution de ces sables.

La fraction terrigène (essentiellement des sables moyens) est, enfin, peu élevée (moins de 5 % en moyenne) et peu commune. *Cela montre que les apports détritiques sont pratiquement nuls sur toute la plate-forme de Djidjelli.*

Comme dans l'ensemble les sables à Bryozoaires ont un aspect très « frais »; qu'ils sont aussi peu remaniés que possible et que de nombreux organismes étaient vivants à la remontée de la drague, *on peut déjà dire qu'ils se sont formés sur place.*

b) **Les sables et graviers organogènes à Algues calcaires.**

Bien que je n'ai pu en examiner que 2 échantillons (B. 280 et B. 281, radiale B. 10) les sables et graviers à Algues calcaires du plateau de Djidjelli paraissent peu différents des autres formations organogènes du secteur.

Leur *texture* est, en effet, tout à fait semblable à celle des sables à Bryozoaires :
— $x$ = de 1,230 mm à 4,00 mm;
— $\sigma$ = 1,50 unités $\Phi$;
et leur *composition* n'est distincte que dans la mesure où la fraction *Algues calcaires* est plus importante que celle des Bryozoaires. Les colonies de ces derniers, la plupart intactes, sont toujours en grand nombre.

Les sables à Algues et à Bryozoaires du plateau de Djidjelli semblent ainsi très particuliers, en ceci que tous les stades de transition peuvent être retrouvés entre les uns et les autres; la seule différence restant que les premiers sont un peu plus « profonds », ce qui est à peu près le contraire de ce que nous avons vu en Oranie ! Finalement, la formation de tout ce matériel organogène ne peut être bien comprise que si l'on tient compte de la nature exacte des diverses fractions, ce que nous allons faire après avoir décrit le seul exemplaire de sédiments mixtes recueilli entre Cavallo et Djidjelli.

c) **Les sables mixtes à Coquillier.**

Les sédiments mixtes, organo-terrigènes, doivent participer pour bien peu à la constitution de la couverture meuble du plateau de Djidjelli si l'on remarque qu'un seul échantillon (B. 273, radiale B. 9) a pu en être recueilli. Leurs gisements sont sans doute très localisés dans les dépressions du substratum rocheux, à proximité des écueils ou sur la bordure littorale; le dragage B. 273 a été, en effet, réalisé sur un palier très étroit du flanc Ouest de la Seiche de Djidjelli.

Le sable remonté est très grossier et hétérogène; ses caractéristiques texturales sont en tous points identiques à celles des autres sédiments grossiers voisins :

$$x = 1{,}980 \text{ mm}$$
$$\sigma = 1{,}82 \text{ unités } \Phi.$$

Sa *composition* marque cependant un grand changement, non seulement par l'importance inusitée de la fraction terrigène, mais encore par le rapport des diverses accumulations d'origine organique. Elle s'établit comme suit :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques ..... | 33 % |
| Algues calcaires ..... | 5 % |

Source : MNHN, Paris

| | |
|---|---|
| Bryozoaires | 12 % |
| Lamellibranches | 2 % |
| Gastéropodes | 15 % |
| Echinodermes | + |
| Foraminifères | + |
| Débris terrigènes | 33 % |
| Débris pélitiques | + |

L'abondance des sables et graviers détritiques, jointe à celle des Gastéropodes, indique que les conditions de sédimentation sont très différentes pour ce sable de ce qu'elles étaient jusqu'à présent et qu'en tout cas, une certaine agitation du milieu n'a pas été sans influence sur sa formation. A la modification de la composition correspond d'ailleurs un changement des organismes déposés et l'inventaire complet des diverses populations biogènes permet d'en mieux reconnaître les facteurs.

## 2 — DESCRIPTION DES FRACTIONS.

Les variations d'abondance des diverses fractions n'ont pu être figurées de la même façon qu'en Oranie car le réseau des stations est trop peu dense pour l'échelle utilisable. Les valeurs calculées pour chaque prélèvement seront donc portées en chiffres sur une série de plans simples.

### a) Les Bryozoaires.

Selon leur importance, les accumulations de colonies peuvent être divisées en deux groupes :

***Les grandes accumulations*** (plus de 20 %).

On peut voir d'après la figure 41 qu'elles caractérisent les sables recueillis sur les fonds où les conditions les plus favorables à la prolifération des grandes colonies sont réunies :

— profondeur comprise entre — 50 et — 70 m;
— proximité nécessaire de substrats rocheux, c'est-à-dire topographie accidentée;
— absence d'apports terrigènes.

La nature des espèces rencontrées devrait être très uniforme et les grandes colonies caractéristiques du coralligène devraient être *a priori* constamment dominantes. Il n'en est rien et l'analyse systématique permet de distinguer dans ce groupe deux types d'associations assez différentes :

— *la première association* est constante dans toutes les fractions isolées dans la partie Ouest du plateau; elle est bien définie en B. 259 où on peut compter sur 100 colonies ou fragments :

— 4 *Adeonella calveti*;
— 66 *Porella cervicornis*;
— 1 *Myriapora truncata*;
— 1 *Diporula verrucosa*;
— 4 *Cellaria sinuosa*;
— 24 Débris non déterminables.

— *la seconde association* est représentée dans toutes les fractions Bryozoaires voisines de la Seiche de Djidjelli et on en a un bon exemple en B. 277; soit sur 100 débris de Bryozoaires :

— 3 *Adeonella calveti*;
— 10 *Porella cervicornis*;
— 1 *Myriapora truncata*;
— 1 *Hippodiplosia foliacea*;
— 1 *Idmidronea atlantica*;
— 3 *Moecynoecia unifasciata*;
— 8 *Schismopora tubigera*;
— 2 *Celpensia nobilis*;
— 14 *Cellaria fistulosa*;
— 1 *Cellaria salicornioides*;
— 1 *Schizopodrella lineata*;
— 1 *Scrupocellaria scruposa*;

Source : MNHN, Paris

— 2 *Smittina landsborovii;*
— 1 *Tervia irregularis;*
— 51 Débris indéterminables.

Ces compositions assez dissemblables indiquent que les deux types de grandes accumulations se sont formés dans des conditions légèrement différentes. D'après la nature des espèces, on peut voir que les premières (à l'Ouest) se sont constituées à partir de biocénoses typiquement coralligènes dans un milieu calme tandis que les secondes résultent du dépôt de formes mieux adaptées à une agitation relativement plus élevée. On peut en déduire qu'à profondeur égale, les secteurs orientaux du plateau de Djidjelli sont soumis à des courants plus vifs; mais cette agitation, suffisamment marquée pour modifier la nature des colonies, n'est toutefois pas capable d'induire de véritables transports de matériaux car la composition même des sables à forte teneur en Bryozoaires demeure inchangée.

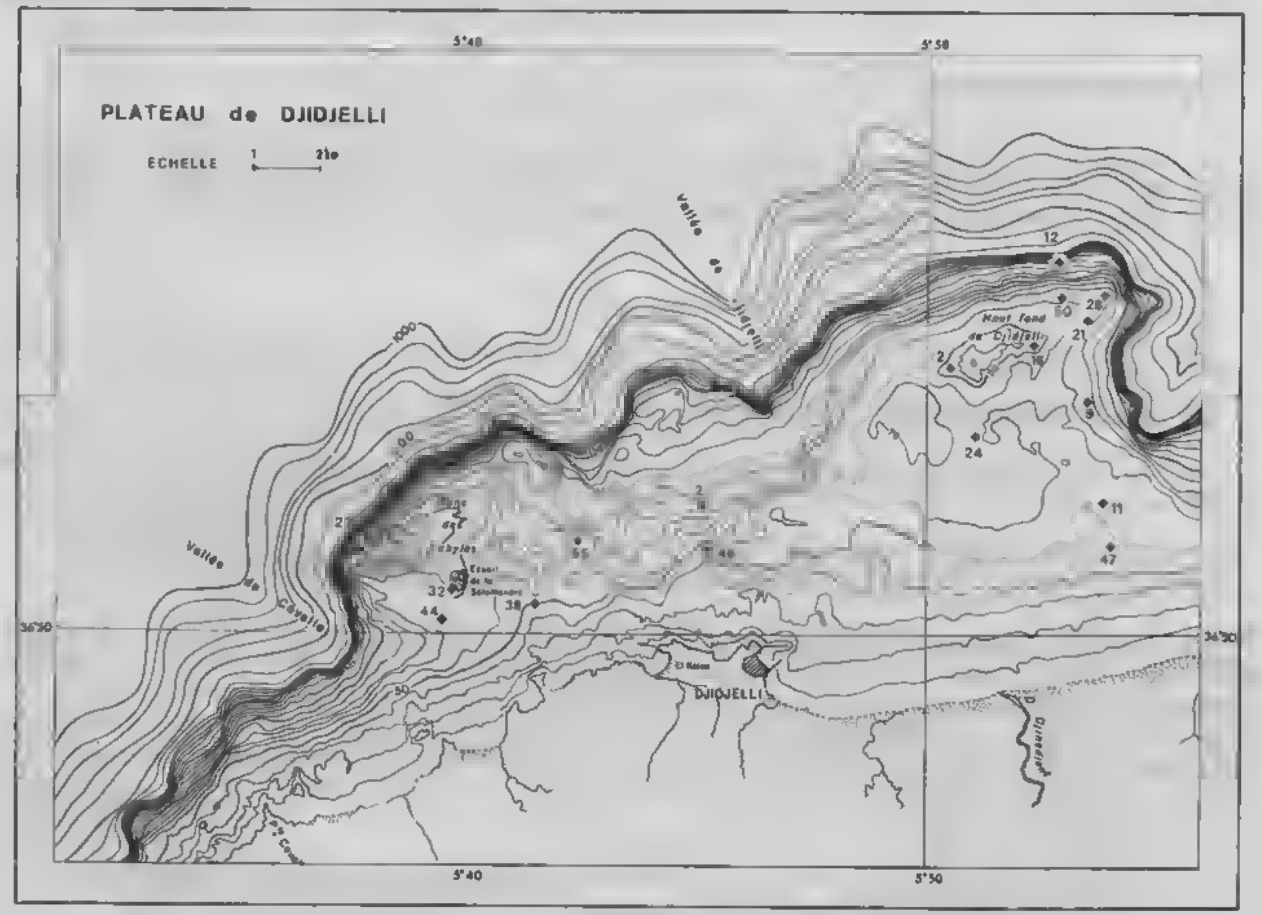



Fig. 41. — Importance des fractions *Bryozoaires* sur le plateau de Djidjelli.

***Les petites accumulations*** (moins de 20 %).

Elles caractérisent les sédiments organogènes déposés dans les milieux peu propices à la prolifération des colonies, c'est-à-dire sur les surfaces superficielles des hauts-fonds et de la bordure littorale (moins de — 50 m) ou sur les pentes du talus continental et plus généralement au voisinage des secteurs à couverture tant soit peu pélitique.

***Sur les hauts-fonds,*** les fractions *Bryozoaires* sont peu importantes et principalement constituées par des débris roulés et cassés (75 % en moyenne sur la Seiche de Djidjelli). Les formes branchues sont absentes de même que bon nombre de Membraniporiformes et les colonies cylindriques de *Margaretta cereoides.* Seuls quelques fragments de *Schismopora tubigera* et *Cellaria salicornioides* peuvent être identifiés.

Source : MNHN, Paris

***Dans les vases terrigènes*** de la pente continentale, on peut encore retrouver quelques rares Bryozoaires (12 % du sédiment en B. 278 à — 150 m devant la Seiche de Djidjelli). Mais les formes reconnues (*Adeonellopsis distoma, Buchneria fayalensis, Palmicellaria elegans*) montrent que la fraction ne résulte pas d'une dispersion de matériel coralligène vers le large. De même, il ne paraît pas y avoir eu de dépôts coralligènes sur ces pentes.

***Dans les vases calcaréo-siliceuses***, qui occupent la dépression centrale du plateau entre les hauts-fonds, les Bryozoaires ne constituent (moins de 20 %) qu'une faible part de la phase organogène. Ce sont des débris usés ou intacts de Cupuladriidae et Cellariidae déposés probablement sur place.

En définitive, l'importance et la nature des fractions *Bryozoaires* participant à la formation des sédiments organogènes du plateau de Djidjelli sont en rapport étroit avec les diverses conditions de milieu qui y règnent. *Elles montrent que les transports de colonies sont pour ainsi dire inexistants et que les sables à Bryozoaires sont constitués en grande partie « in situ » à partir de biocénoses typiquement coralligènes.*

b) **Les Algues calcaires.**

La distribution des accumulations de thalles est très différente de ce qu'elle est en Oranie. *En effet, leurs plus fortes valeurs, loin d'être restreintes à proximité des hauts-fonds ou près de la bordure littorale, sont réparties entre — 50 m et — 70 m, un peu comme celles des fractions « Bryozoaires ».* De plus, à profondeur égale, leurs proportions sont plus élevées pour les fonds plats que pour les fonds accidentés et dans les zones déprimées, leur poids est encore plus important (voir fig. 42).

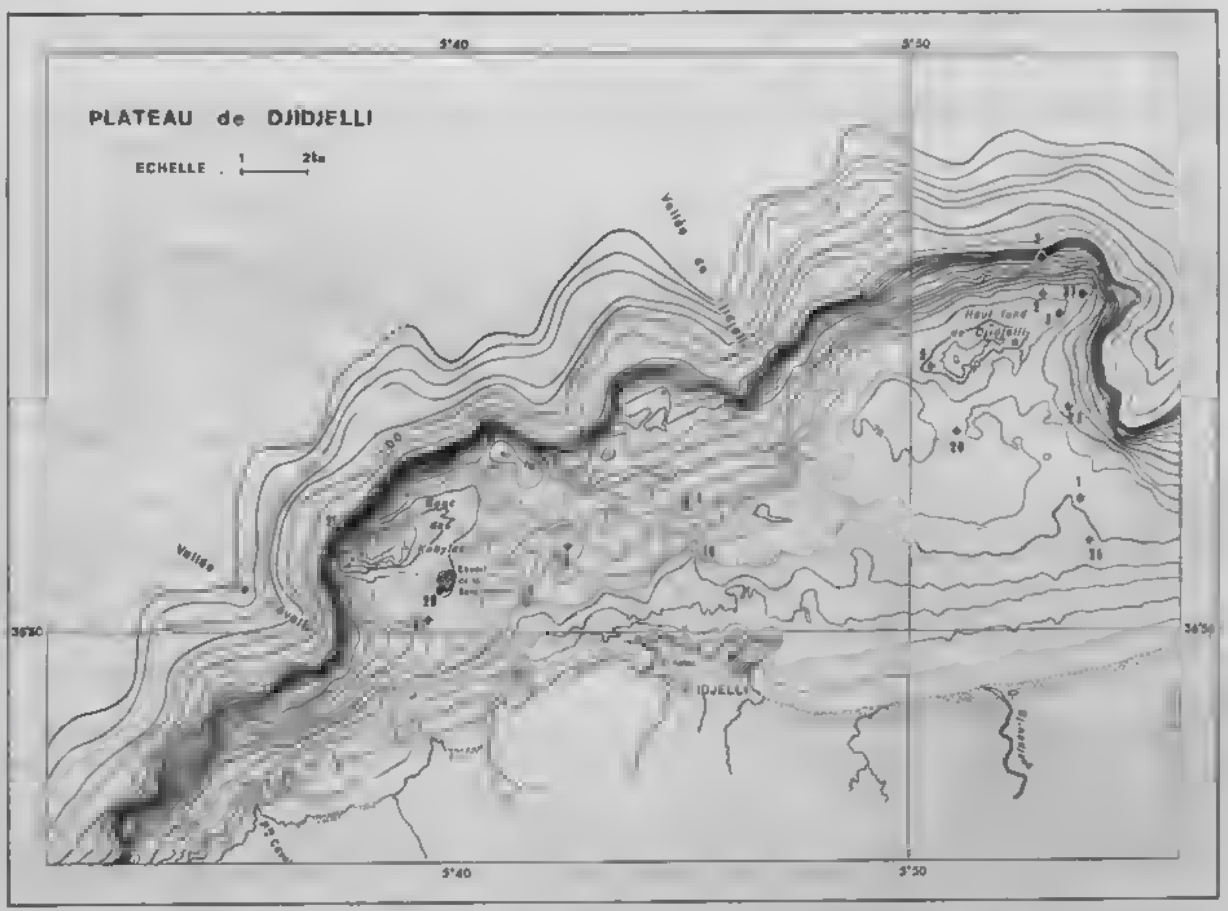



FIG. 42. — Importance des fractions *Algues calcaires* sur le plateau de Djidjelli.

Source : MNHN, Paris

Ces contradictions s'expliquent pourtant aisément : les débris de thalles déposés sur le plateau de Djidjelli proviennent, en effet, non pas des espèces ramifiées du *maerl* mais uniquement des formes crustacées dont les exigences écologiques sont très différentes. Ainsi, les fractions *Algues calcaires* ne rassemblent pratiquement que des fragments ou des oncolithes entières, vivantes ou mortes, de *Pseudolithophyllum expansum* associée à *Lithothamnium fruticulosum;* espèces qui se développent bien dans les biocénoses de type coralligène mais surtout là où l'éclairement est très diminué et les courants presque nuls (J. PÉRÈS et J. PICARD, 1965), c'est-à-dire finalement dans les milieux même qui sont les plus favorables à la prolifération des Bryozoaires. De ce fait, la dispersion des thalles est également très faible et je n'ai retrouvé d'Algues calcaires ni dans les vases de la pente continentale, ni dans les sédiments pélitiques de la plate-forme.

Le phénomène le plus intéressant demeure la quasi-disparition des arbuscules de *maerl* dans les sables et graviers des hauts-fonds ou près de la côte, dans des zones qui seraient propices à leur dépôt. Ils sont remplacés par des Corallinées et des Squamariacées que la drague remonte vivantes mais dont les débris morts sont peu nombreux. Cette disparition du *maerl* est une caractéristique très importante de la sédimentation organogène de la région constantinoise sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir.

### c) Les Gastéropodes.

Les tests de Gastéropodes assurent, on l'a vu, l'essentiel de la fraction *Coquillière* mais leurs accumulations ne sont relativement fortes que dans les échantillons prélevés à proximité des bauts-fonds. Partout ailleurs, leur nombre décroît très rapidement et ils disparaissent même dans les sédiments des premières pentes du talus continental (voir fig. 43).

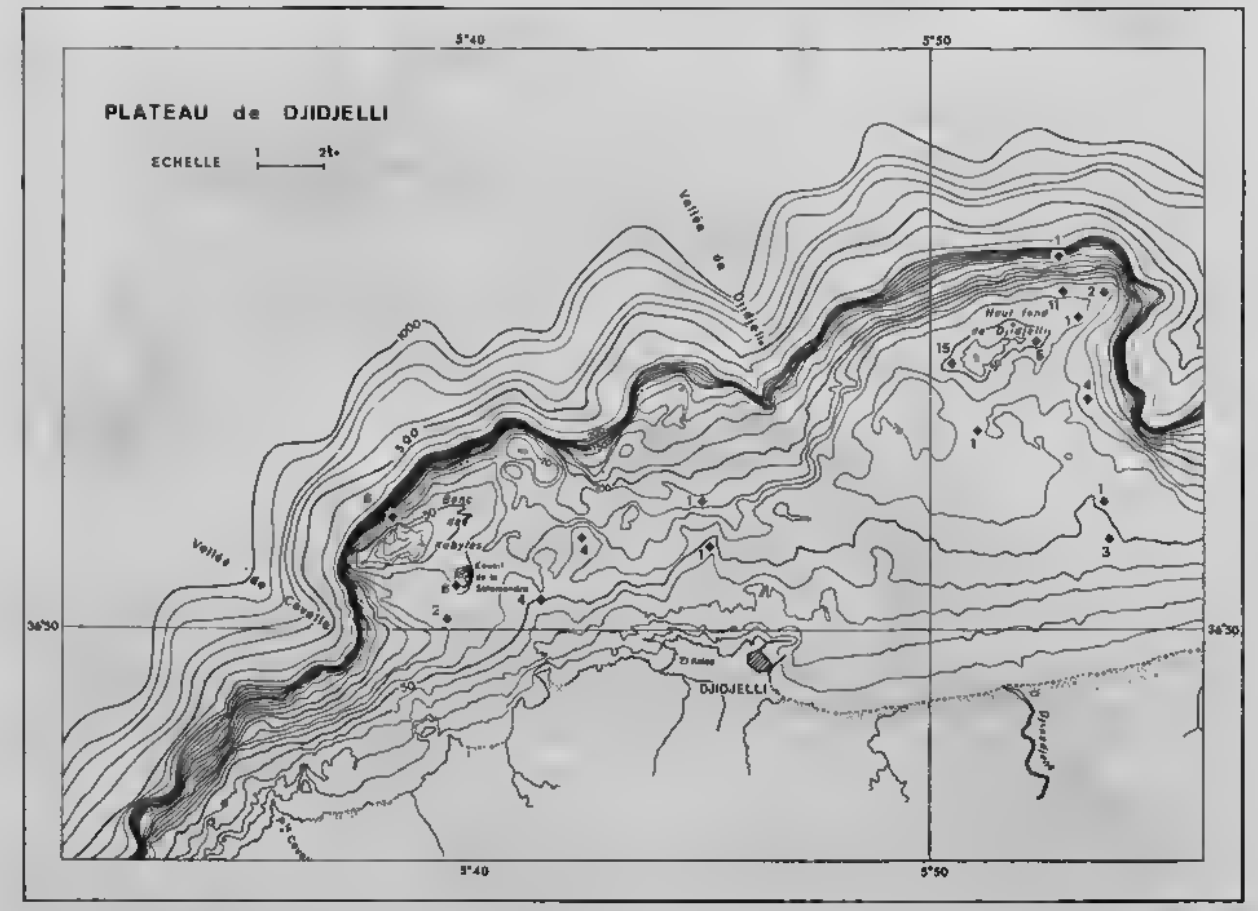



FIG. 43. — Importance des fractions *Gastéropodes* sur le plateau de Djidjelli.

Source : MNHN, Paris

Leurs coquilles sont particulièrement fréquentes sur les hauts-fonds de Djidjelli et leurs populations y sont composées pour à peu près 75 % de débris non identifiables. Avec leur allure polie, usée, ces débris dénotent qu'une bonne partie du stock a dû être plus ou moins roulée, transportée depuis les surfaces accores les moins profondes. D'ailleurs les seules espèces reconnaissables sont typiques de ces niveaux superficiels : *Alvania cimex, Alvania montagui, Turboella guerini, Cerithiopsis bilineata, Astraea rugosa...* A noter cependant la faible proportion des *Bittium reticulatum* qui sont pourtant considérés comme indicateurs de niveaux très superficiels.

La disparition de ces coquilles reste toutefois très limitée aux abords immédiats des roches infralittorales (de — 10 à — 30 m) car dans les sables qui tapissent les flancs des hauts-fonds et le reste de la plate-forme le nombre des débris usés diminue très fortement et d'autres espèces remplacent les précédentes : *Conus, Mitrolumna olivoidea, Trifora perversa* et *Turritella communis*. Seules les accumulations situées au pied de la bordure littorale renferment un très petit nombre de spécimens assez superficiels comme *Chauvetia minima*.

Sur le rebord et la pente continentale, les coquilles de Ptéropodes remplacent celles des Gastéropodes.

d) **Les Bivalves.**

Les fragments de Bivalves sont très peu nombreux et les valves entières encore plus rares. Parmi ces dernières, les plus communes sont celles de *Striarca lactea, Arca tetragona* et surtout *Acar pulchella*. D'autres sont moins communes : *Ostraea cochlear, Nucula nitida* et *Gonilia bipartita*. Quelques exemplaires de *Venus casina* ont été retrouvés enfin dans les graviers dragués sur les hauts-fonds.

e) **Les Brachiopodes.**

Ils sont également peu nombreux et presque toujours représentés par des spécimens entiers d'*Argyrotheca neapolitana*.

f) **Les Hexacoralliaires.**

Leurs polypiers sont bien plus fréquents qu'en Oranie mais leurs accumulations sont évaluables seulement dans les échantillons en provenance de la plate-forme. Les deux espèces les plus répandues sont d'ailleurs typiques des biocénoses coralligènes plus ou moins *sciaphiles : Leptosammia pruvoti* et *Biflabellum anthophyllum*.

g) **Les Échinodermes.**

Il n'y a rien de bien spécial à signaler en ce qui concerne les fractions *Echinodermes*, si ce n'est qu'elles sont toujours très peu importantes. Dans les sables de la plate-forme, j'ai pu reconnaître seulement les deux espèces suivantes, également considérées comme *sciaphiles : Genocidaris maculata* et *Sphaerechinus granularis*.

h) **La fraction terrigène.**

Relativement peu nombreux dans tous les sables calcaires, les débris terrigènes sont en général des particules de taille assez grossière ($0{,}200 < x < 0{,}700$ mm) qui proviennent de la désagrégation de roches métamorphiques (substratum ?). On peut, en effet, reconnaître parmi elles des fragments de gneiss, de micaschistes, de schistes et quelques quartz filoniens. Les petits quartz sont assez rares, et accompagnés de quelques chlorites et minéraux lourds. Cette dernière catégorie de débris terrigènes est naturellement plus élevée dans les échantillons dragués à proximité de la côte mais sans dépasser 10 %.

Dans l'ensemble, tout le matériel paraît provenir de l'érosion de matériel métamorphique et

Source : MNHN, Paris

je n'ai pas retrouvé trace des galets de grès et quartzite à faciès numidien signalés par L. LECLAIRE à la partie supérieure des hauts-fonds.

## C — LES SÉDIMENTS ORGANOGÉNES DEVANT LA KABYLIE DE COLLO

Du Ras oum Achiche jusqu'au Ras Frao, un peu à l'Est du port de Collo, la Kabylie orientale ou Kabylie de Collo dessine un promontoire bien marqué séparant les baies de Djidjelli et de Philippeville sur 30 km à vol d'oiseau. Tout autour de cette presqu'île aux côtes élevées et très découpées, la marge continentale se réduit à un simple talus de pente très accentuée rapprochant l'isobathe — 2 000 à 4 ou 5 km du rivage et parcouru par de violents courants (autant que l'on peut en juger par les observations en surface).

Ce fronton est accore ou partiellement recouvert d'une mince couverture sédimentaire de nature essentiellement terrigène (sables siliceux et vases à fraction siliceuse généralement dominante (1) ), où les débris organogènes ont un rôle ordinairement négligeable.

Dans deux prélèvements effectués, l'un devant cap Bougarouni, l'autre dans la Baie des Jeunes Filles, leur accumulation est cependant plus importante et j'ai pu ainsi isoler un sable organo-terrigène à Algues calcaires et une vase organogène à Bryozoaires.

### 1 — LES SABLES ORGANO-TERRIGÈNES A ALGUES CALCAIRES DU CAP BOUGAROUNI.

Le cap Bougarouni ou Bougaroun (2) marque l'extrême avancée de la Kabylie de Collo. Ses falaises granitiques se prolongent avec une telle rapidité jusqu'à l'isobathe — 2 000 que L. LECLAIRE (1968) a pu le qualifier de « belvédère ». Une mince corniche peu profonde l'entoure dont l'origine est relativement ancienne comme les observations de M. ROUBAULT (1934) et G. LAFUENTE (1952) l'indiquent. D'après ces auteurs, la mer reprend actuellement une ancienne plate-forme d'abrasion du socle cristallin, surmontée par 30 à 40 m de dépôts quaternaires marins à stratification régulière et légèrement inclinée de sables et galets roulés parfois très volumineux — (M. ROUBAULT, p. 255) —, passant graduellement à des éboulis de pente avec galets torrentiels et cailloux anguleux d'origine continentale, le tout jusqu'à une altitude de + 100 à + 110 m et en placages contre les falaises granitiques.

Le déblayage de toutes ces formations (Villafranchien-Calabrien ?) est actuellement suivi de l'abrasion même de l'ancienne plate-forme sous-jacente et tous les matériaux sont dispersés sur les premières pentes de la marge continentale. A — 800 m toutefois, ce sont des boues noires qui recouvrent directement et sous une faible épaisseur le substratum granitique (carotte étudiée par L. LECLAIRE).

D'après les 6 dragages réalisés entre — 10 m et — 210 m le long du profil B. 23 à proximité du cap Bougarouni, on peut avoir une bonne idée de la distribution des divers types de sédiments et pour ce qui nous concerne de la répartition et de l'importance des débris organogènes.

Ces derniers sont très rares dans les sables et graviers siliceux des stations B. 370 et B. 369 de — 10 à — 30 m, mais leur nombre s'accroît en B. 368 par — 40 m sur un ressaut rocheux. Le sédiment est toutefois de nature organo-terrigène et les Algues calcaires y forment la fraction organogène prédominante. Ses caractéristiques sont les suivantes :

*Texture :* C'est un sable toujours grossier et hétérogène :
- $x = 2{,}290$ mm;
- $\sigma = 1{,}65$ unités $\Phi$;
- $M = 2{,}370$ mm.

La phase granulométrique grossière renferme 95 % des particules; il n'y a que 2 % de pélites.

(1) Voir mémoire L. LECLAIRE (1970).
(2) Le premier toponyme est celui des cartes marines, le second celui des cartes topographiques.

Source : MNHN, Paris

*Composition :* Elle s'établit comme suit :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 24 % |
| Algues calcaires | 17 % |
| Bryozoaires | 13 % |
| Gastéropodes | 1 % |
| Echinodermes | 1 % |
| Lamellibranches | + |
| Hexacoralliaires | + |
| Terrigène grossier | 37 % |

Les fragments de thalles appartiennent presque tous à la famille des Squamariacées dont de nombreux exemplaires vivants ont été retrouvés dans les dragues. Les espèces les plus répandues sont *Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) Schmitz et *Peyssonnelia rubra* (Greville) J. Agardh, formes très abondantes dans les biocénoses de type précoralligène installées dans les milieux plus agités et plus éclairés que les biocénoses coralligènes (J. Pérès et J. Picard, 1963). Il n'y a pas traces de Lithothamniées (*maerl*) dont on peut imputer l'absence en partie à l'importance des apports détritiques. En revanche, de nombreuses Algues calcaires franchement *saxicoles* sont encroûtées sur à peu près tous les graviers.

La nature de la fraction *Bryozoaires* paraît tout autant en rapport avec les facteurs du milieu. Elle est ainsi peu importante bien que la présence de substrats solides et l'absence d'une sédimentation pélitique même faible soient favorables à la prolifération des colonies. L'influence prédominante de l'agitation sous-marine et des apports terrigènes grossiers se marque également par la disparition des grands zoaria branchus qu'on rencontre habituellement à ces niveaux et qui sont remplacés par des colonies de type encroûtant comme *Hippodiplosia foliacea, Hippodiplosia ottomulleriana, Hippopleurifera pulchra, Smittoidea reticulata, Schizomavella rudis*... ou des espèces bien adaptées aux biotopes en mode battu comme *Schismopora tubigera*. A noter d'ailleurs que les Bryozoaires des herbiers superficiels n'ont pas été retrouvés ce qui laisse supposer un broyage intense des tests et coquilles déposés sur les petits fonds.

La rareté des Bivalves est encore très caractéristique. Je n'ai pu en isoler que 50 fragments dans 100 g de sable et 4 spécimens seulement ont pu être déterminés soit deux valves usées de *Striarca lactea*, et deux fragments de *Venus casina*, espèce vivant elles aussi sur les fonds parcourus par de vifs courants.

Parmi les Gastéropodes à peu près intacts (leur fraction est composée à 80 % de débris non identifiables) seuls quelques rares *Bittium, Astraea bolma* et *Trochus exasperatus* ont pu être reconnus. Les petites formes littorales sont également toutes absentes.

La fraction *Echinoderme* comporte seulement quelques plaques et piquants d'Oursins très roulés et aucune espèce entière n'a pu être aperçue.

L'examen rapide de la fraction *terrigène* montre qu'elle est presque complètement édifiée par des fragments de granite ou de roches métamorphiques très arrondis et très altérés. Les grains de quartz sont rares et le plus souvent très roulés. L'usure générale du stock révèle un long remaniement et il n'est pas exclu qu'une bonne partie de tout ce matériel provienne de la dégradation des banquettes quaternaires. Quoiqu'il en soit la reprise actuelle de l'érosion marine est très intense, ce qui confirme les données de l'analyse des particules organogènes.

Vers — 60 m ces sables mixtes passent à des sédiments siliceux tout aussi grossiers mais renfermant seulement 45 % de calcaire organogène : station B. 367. La composition de cette fraction calcaire s'établit comme suit :

| | |
|---|---|
| Algues calcaires | 9 % |
| Débris bioclastiques | 18 % |
| Bryozoaires | 7 % |
| Lamellibranches | 1 % |
| Gastéropodes | 2 % |
| Echinodermes | + |
| Brachiopodes | 2 % |

Peu différente à première vue de la fraction organogène de B. 368, cette dernière s'en distingue cependant par une plus forte proportion de Bivalves et surtout par l'apparition des Brachiopodes. Comme la nature du substratum est restée à peu près identique (roches et sable détritique grossier)

Source : MNHN, Paris

cette différence de composition ne peut provenir que d'une diminution de l'agitation et de l'éclairement mais aussi d'un amoindrissement des apports terrigènes grossiers. En effet, les Squamariacées sont remplacées par des fragments de *Pseudolithophyllum expansum*, espèce mieux adaptée à des conditions de milieu plus calme et plus *sciaphiles;* les grands Bryozoaires *Porella cervicornis* et *Adeonella calveti* redeviennent également dominants tandis que les zoaria encroûtants sont plus rares et que les colonies de *Schismopora tubigera* ont disparu; les Bivalves littoraux ont cédé la place à des formes plus typiques de ces niveaux comme *Gonilia bipartita, Chama gryphoides;* les Brachiopodes enfin sont représentés par les deux espèces si fréquentes dans le coralligène circalittoral du golfe de Bône : ***Lacazella mediterranea, Megathiris decollata.***

Par contre la fraction terrigène demeure à peu près inchangée et la petite accumulation de Gastéropodes livre un certain nombre d'espèces plus ou moins caractéristiques de l'herbier littoral : *Chauvetia minima, Turboella guerini, Rissoa violacea.*

Si l'on peut estimer que ces quelques Gastéropodes doivent à leur légèreté et à leur petite taille d'avoir été transportés vers ces niveaux, il ne semble pas, d'après la composition de la fraction organogène, qu'il en soit de même pour les particules terrigènes grossières.

*Dès lors, il y a tout lieu de penser que, les apports littoraux ayant vers ce niveau une importance très faible, la mise en place de certains éléments terrigènes grossiers n'est pas tout à fait actuelle.* De plus, le petit nombre et la *fraîcheur* des débris organogènes montre bien que l'installation des biocénoses présentes doit être assez récente. Aucun indice positif ne permet cependant de dater le dépôt du matériel terrigène grossier et de l'assimiler ainsi à la masse des éboulis situés plus haut. En fait, tous les termes de passage doivent exister entre les sables terrigènes et les sables mixtes, ces derniers évoluant localement vers un type plus purement organogène.

La distribution de tous les sédiments sableux est très réduite dans ce secteur car dès — 80 m, des vases silico-calcaires plus ou moins fines apparaissent qui contiennent encore, à proximité des sables organo-terrigènes, une petite fraction biogène souvent grossière. L'analyse de cette fraction fournit, comme on va le voir, quelques indications supplémentaires sur l'allure générale de la sédimentation actuelle dans cette zone si particulière.

*En B. 366*, vers — 80 m et à 800 m de B. 367, la composition des débris organogènes retrouvés dans la vase silico-calcaire s'établit ainsi :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 10 % |
| Algues calcaires | 3 % |
| Bryozoaires | 5 % |
| Lamellibranches | 3 % |
| Gastéropodes | 4 % |
| Foraminifères | + |
| Ostracodes | + |
| Echinodermes | + |
| Spicules d'Eponges | + |
| Terrigène grossier | 27 % |
| Pélites | 46 % |

Un rapide examen de cette composition montre tout de suite que les débris coquilliers sont devenus l'élément essentiel de la fraction organogène calcaire, ce qui est normal en raison de l'accroissement de la phase pélitique et des exigences écologiques des Bivalves et de nombreux Gastéropodes. Mais les Bryozoaires et les Algues calcaires forment encore des fractions bien évaluables et cela est d'autant plus « anormal » que l'inventaire systématique de leurs accumulations révèle qu'un bon nombre d'espèces coralligènes, usées il est vrai, se trouve mêlé aux formes fraîches caractéristiques des fonds vaseux.

En ce qui concerne les Bryozoaires, j'ai pu ainsi isoler d'entre les colonies intactes et parfois vivantes de *Cupuladria canariensis, Cellariidae,* etc., des fragments usés, en voie d'épigénisation, de *Porella cervicornis, Adeonella calveti* et *Hippodiplosia foliacea.*

Parmi les Bivalves, j'ai pu reconnaître au milieu des espèces dominantes (*Corbula gibba, Parvicardium nodosum, Timoclea ovata*) un exemplaire très remanié de *Venus casina,* un autre de *Gonilia bipartita,* deux coquilles de *Anadara diluvii* et plusieurs valves perforées de *Pteromeris corbis.*

Dans la fraction *Echinodermes*, j'ai pu trier enfin quelques débris de *Genocidaris maculata* que J. Peres et J. Picard (1963, p. 85) considèrent comme une espèce exclusive du détritique côtier (étage circalittoral).

Source : MNHN, Paris

Toutes ces observations montrent donc que les vases silico-calcaires contiennent de nombreux débris organogènes ne pouvant provenir des biocénoses auxquelles elles servent actuellement de substrat. Comme l'on admet (toujours pour les mêmes raisons) que ces débris n'ont pas pu être transportés depuis les fonds coralligènes voisins, il résulte que leur mise en place n'a pu être qu'antérieure à celle de la phase pélitique qui représente ainsi le stade ultime de la sédimentation sur ces niveaux de la marge continentale.

La composition de ces vases silico-calcaires apparaît en définitive comme un nouvel indice de l'envasement généralisé que subissent actuellement les fonds du précontinent algérien.

## 2 — LES VASES ORGANOGÈNES A BRYOZOAIRES DE LA BAIE DES JEUNES FILLES.

Du cap Bougarouni au port de Collo, L. Leclaire a effectué trois profils de sonde perpendiculaires à la côte, le premier devant l'Oued Tamanart (radiale B. 22), le second entre le Ras el Kébir et la Pointe de Sidi Yahia (radiale B. 21), le dernier enfin dans la Baie des Jeunes Filles (radiale B. 20) (voir fig. 36).

Tous les prélèvements (15) indiquent que dans ce secteur la couverture sédimentaire est surtout terrigène. En effet, en une seule station (B. 351, radiale B. 20) la drague a remonté d'un fond ondulé, mais sans accidents apparents, situé par — 60 m, une vase organogène à Bryozoaires que nous décrirons rapidement.

Sa *texture* est peu commune puisque la phase granulométrique grossière représente 68 % de l'échantillon et les phases fines et pélitiques 24 %, ce qui lui donne l'aspect d'un sable grossier emballé par de l'argile.

La *compositian* montre d'ailleurs que l'apport fin est tout récent. En effet, en dehors de l'importance particulière des Bryozoaires et des Hexacoralliaires que l'on peut mesurer d'après le tableau ci-dessous :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 41 % |
| Bryozoaires | 17 % |
| Lamellibranches | 2 % |
| Gastéropodes | 3 % |
| Hexacoralliaires | 4 % |

on peut noter que les débris organogènes proviennent dans leur ensemble (et bien plus que dans les vases silico-calcaires de B. 366) de biocénoses coralligènes.

Les espèces dominantes des Bryozoaires sont ainsi *Porella cervicornis* dont les débris représentent 32 % du stock de zoaria, et *Adeonella calveti,* avec leur cortège habituel.

Les Bivalves les plus nombreux sont également *Pteromeris corbis, Gonilia bipartita, Nucula nitida, Striarca lactea*; parmi les Gastéropodes, les tests de *Bittium reticulatum* sont les plus communs et la fraction *Hexacoralliaires* est faite de fragments morts de *Biflabellum anthophyllum* et *Leptosammia pruvoti.*

La teneur du sédiment en pélites n'étant pas compatible avec l'existence au fond de courants suffisamment compétents pour rouler des débris calcaires aussi grossiers, il faut admettre que les vases organogènes à Bryozoaires de la Baie des Jeunes Filles résultent également de *l'envasement d'un ancien sable organogène à Bryozoaires issu de biocénoses coralligènes.*

Cet envasement doit être extrêmement récent (plus en tout cas que celui que l'on a signalé devant le cap Bougarouni) car les restes d'espèces *mixticoles* ou *vasicoles* sont très peu abondants.

Finalement, l'analyse des débris organogènes isolés dans les sables et vases terrigènes ou mixtes du précontinent de la Kabylie de Collo montre que des biocénoses coralligènes ont proliféré, sans doute pendant la remontée flandrienne et jusqu'à une époque tout à fait récente, sur les éboulis et les surfaces rocheuses disposés autour du massif, entre — 60 et — 80 m, et probablement émergés pendant la période tyrrhénienne. Puis ces biocénoses coralligènes ont été progressivement « étouffées » par des apports argileux qui ont d'abord recouvert les pentes les plus profondes et atteignent maintenant les niveaux de — 60 m; l'envasement étant lui-même très récent.

Intercalés entre les sables terrigènes du rivage et les boues argileuses des grands fonds, les sédiments mixtes de cette région apparaissent donc comme des faciès « anciens » probablement en voie de disparition. *Ils sont un témoin précieux de l'évolution de la sédimentation sur cette portion du précontinent au cours de la dernière partie du quaternaire et préfigurent déjà les conditions de sédimentation qui ont régné sur la marge continentale bônoise.*



Source : MNHN, Paris

## II. — LE GOLFE DE PHILIPPEVILLE

Entre le port de Collo à l'Ouest et le cap de Fer (Massif de l'Edougb) à l'Est, la côte nord-constantinoise s'infléchit vers le Sud et la marge continentale prend nn nouveau développement dans le Golfe de Philippeville (1). Les fonds du golfe ont une morphologie peu uniforme et trois grandes unités de structures fort différentes se succèdent d'Ouest en Est :

— la bordure sous-marine des côtes rocheuses entre Ras Frao et le cap d'Akmès;
— la baie de Philippeville proprement dite;
— la corniche de l'Edough que l'on rattache avec la Seiche de Toukoush et celle d'Aïn Barbar au précontinent de l'Edough.

Les notations portées sur les cartes marines montrent que des vases (2) tapissent la majeure partie du plateau continental et de la pente continentale, tandis que des sables terrigènes grossiers, intercalés au milieu d'îles, roches, écueils et herbiers, forment l'essentiel de la couverture meuble de la bordure littorale.

D'une manière générale, les sédiments organogènes, uniformément qualifiés de *coralligène*, sont regroupés en qnelques gisements étroits devant le Ras Frao, la Pointe Esrah et autour de la Seiche du Filfilab.

Sur les 59 dragages réalisés par L. Leclaire dans le golfe, j'ai pu isoler seulement 10 sédiments organogènes. Aucun gisement n'a été prospecté dans son ensemble et de ce fait aucune représentation cartographique n'a pu être tentée. Chaque prélèvement fera donc l'objet d'une description précise.

### A — LES SÈDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA BORDURE ROCHEUSE ENTRE LE RAS FRAO ET LE CAP D'AKMÈS

Au large des côtes élevées, taillées par la mer dans les terrains métamorphiques (3) qui vont du Ras Frao à la Pointe Esrab, les fonds sous-marins affectent un profil résolument « convexe » (L. Leclaire, 1968) et les diverses unités morphologiques de la marge ne sont pas très marquées. Au NW du Ras Frao et jusque devant le Ras Bibi, les isobathes — 80 m et — 90 m s'écartent suffisamment pour souligner la présence d'un replat bien individualisé (voir fig. 44). Ce replat possède un substratum rocheux largement affleurant et supporte une mince couverture calcaire organogène. Il est complètement entouré par des vases silico-argileuses. Peu étendus devant le Ras Frao, les sables et graviers du replat dessinent un gisement un peu plus large au Nord de la Pointe Esrah et passent vers — 80 m à — 90 m à des vases calcaires (voir esquisse sédimentologique de L. Leclaire).

Plus à la côte, les fonds remontent rapidement et le substratum devient uniformément rocheux. Les petites dépressions localisées devant les criques sont tapissées de sables et graviers terrigènes mais les restes des faunes et des flores fixées sur les rochers voisins s'accumulent en quelqnes points privilégiés, sans doute à l'abri des zones de transport intense. Ces dépôts organogènes sont très restreints mais j'ai pu en examiner 2 échantillons.

(1) G. Lafuente (1952) qui donne nne bonne description de la côte philippevilloise évalue à 22 km la « corde » dn golfe au droit de Philippeville. D'après les cartes marines, l'isobathe — 200 est environ à 12 km, l'isobathe — 2 000 à 28 km.

(2) L. Leclaire (voir son mémoire) a pu mettre en évidence que ce sont des bones silico-argileuses ou des boues argilo-siliceuses.

(3) Ce sont des gneiss, micaschistes et schistes satinés d'après les cartes au 1/50 000 de Joleaud (1914) et au 1/100 000 de M. Roubault (1934).

Source : MNHN, Paris

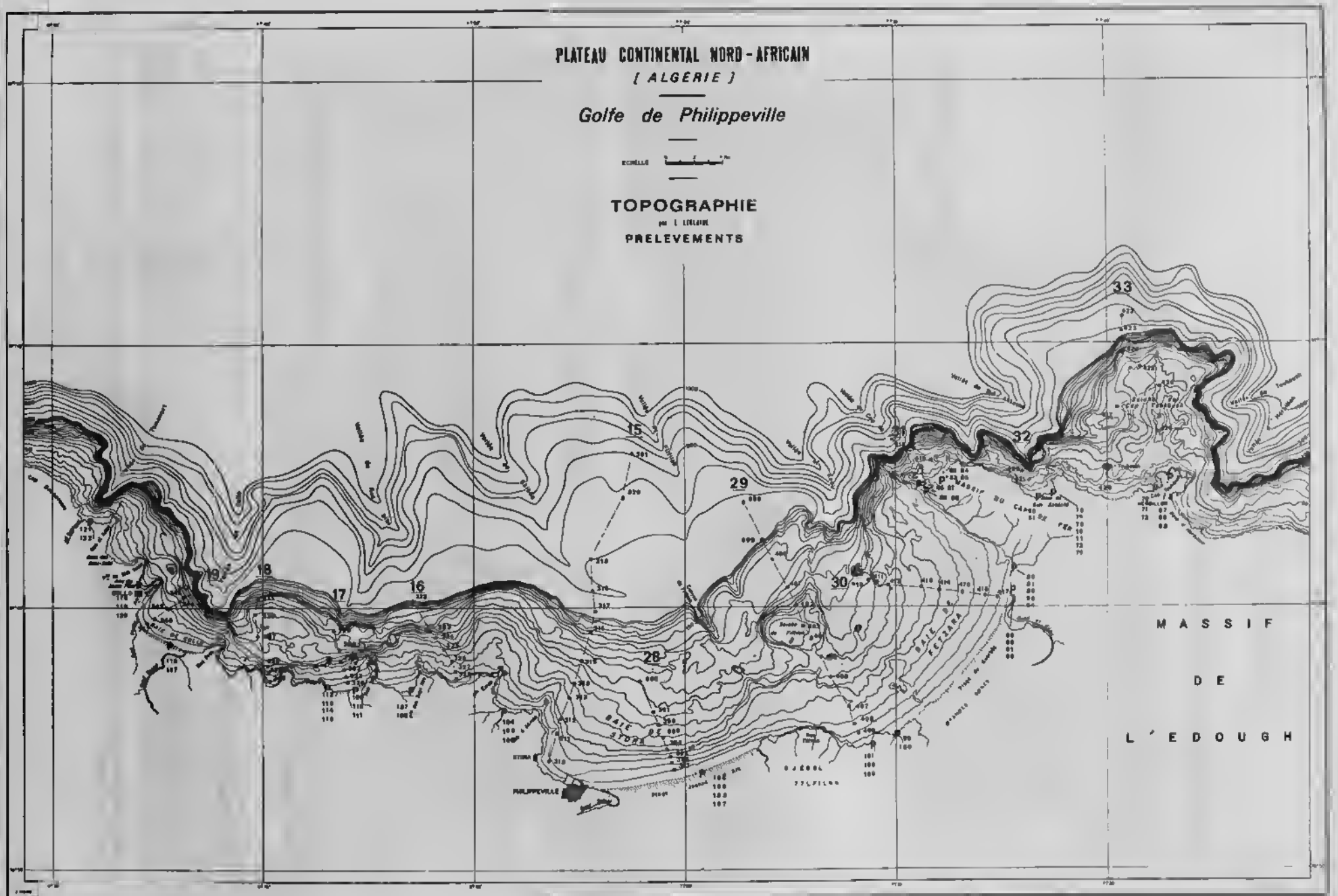



FIG. 44. — Carte de localisation des prélèvements dans le golfe de Philippeville.

Source : MNHN, Paris

## 1 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES PROFONDS DU RAS FRAO.

Le gisement profond du Ras Frao n'a pu être complètement prospecté. J'ai pu étudier seulement un échantillon : B. 336 (radiale B. 18) prélevé sur le bord W du replat vers — 80 m. La bande de sonde indique qu'en cette station le fond est plat à proximité d'accidents probablement rocheux.

L'analyse du sédiment permet de le rattacher au groupe des *sables organogènes à Bryozoaires.*

*Texture :* Elle est toujours grossière et sans caractères particuliers :
— $x = 1{,}750$ mm;
— $\sigma = 1{,}77$ unités $\Phi$;
— phase granulométrique grossière = 70 % des particules;
— phase pélitique : 5 % du sédiment.

*Composition :* Les Bryozoaires (26 %) forment avec les débris bioclastiqnes (28 %) la majeure partie de la fraction calcaire. Les proportions des autres fractions organogènes sont plus faibles :

| | |
|---|---|
| Algues calcaires | 20 % |
| Lamellibranches | 2 % |
| Gastéropodes | 3 % |
| Brachiopodes | 1 % |
| Echinodermes | + |
| Foraminifères | + |
| Hexacoralliaires | + |

L'examen des débris montre que la plupart des coquilles et des tests provient de la biocénose coralligène, et la composition des populations est à peu près analogue à celle que l'on a décrite dans les sables à Bryozoaires du plateau de Djidjelli. L'abondance de quelques espèces paraît néanmoins différente. Ainsi quelques Bryozoaires comme *Hornera pinnata, Sertella mediterranea* prennent-ils une place plus marquée à côté des colonies habituelles de *Porella cervicornis* et *Adeonella calveti* tandis que les bâtonnets de *Cellariidés* sont pratiquement absents. A signaler que cette modification, perceptible seulement grâce aux comptages, préfigure déjà la nature des accumulations de Bryozoaires typiquement bônoises.

Les Algues calcaires présentent des thalles vivants et morts, en bonne partie sous forme d'oncolithes, avec les deux espèces associées (*Pseudolithophyllum expansum* et *Lithothomnium fruticulosum*). Aucune forme arbusculaire n'a été observée.

Les Mollnsqnes sont pen frèqnents et représentés anrtont par des coquilles de Gastéropodes. Les plns communs sont *Turritella communis* et *Trifora perversa.* Parmi les rares Bivalves, on a pn isoler des Arcidés avec *Acar pulchella, Striarca lactea, Barbatia barbata* et d'autres formes moins nombreuses comme *Pteromeris corbis, Similipecten similis, Mimachlamys pusia* et *Pseudamussium incomparabilis.*

A ces tests viennent s'ajouter ceux des Brachiopodes dont presque toutes les espèces régionales sont représentées : *Megerlia truncata, Megathiris decollata, Gryphus vitreus* et *Lacazella mediterranea* qui reste dominante.

Les Echinodermes sont presque tous indéterminables. Les Hexacoralliaires sont par contre bien conservés et surtout *Biflabellum anthophyllum* et *Paracyathus pulchellus.*

*Cette rapide description montre que les tests et débris calcaires proviennent presque tous des biocénoses actuelles de type « coralligène » implantées sur les substrats durs du fond. Il n'y a ni apports littoraux ni remaniements de dépôts organogènes anciens.*

## 2 — LES SABLES ORGANOGÈNES LITTORAUX.

Les deux échantillons ramenés : B. 332 (radiale B. 17) et B. 339 (radiale B. 18) ont été draguès à la même profondeur (— 30 m), au pied des herbiers installés sur les roches de la bordure littorale.

De texture tout à fait identique, ces deux prélèvements ont cependant des compositions différentes, traduisant des modes de sédimentation dissemblables.

Source : MNHN, Paris

*Texture :*

— $x = 1{,}780$ mm;
— $\sigma = 1{,}65$ unités Φ;
— phase granulométrique grossière = 96 % dn sédiment;
— phase fine et phase pélitique nnlles.

| *Composition* | *B. 332* | *B. 339* |
|---|---|---|
| Débris bioclastiques | 50 % | 30 % |
| Algues calcaires | 18 % | 36 % |
| Bryozoaires | 25 % | 14 % |
| Lamellibranches | 2 % | 3 % |
| Gastéropodes | 2 % | 6 % |
| Hexacoralliaires | + | 5 % |
| Echinodermes | + | + |
| Brachiopodes | | + |
| Terrigène grossier | | 3 % |

B. 332 est donc un *sable organogène à Bryozoaires.*

B. 339 est un *sable organogène à Algues calcaires.*

L'analyse comparée de la nature de chaque fraction permet d'apporter les précisions suivantes sur l'origine de cette différence.

Les Bryozoaires déterminés en B. 332 sont ainsi très nombreux et en très bon état de conservation (40 % d'indéterminables) ; les formes dominantes y sont (par ordre d'importance décroissante) : *Porella cervicornis, Adeonella calveti, Hornera pinnata.* Les Membraniporiformes demeurent fréquents ainsi que *Setosella mediterranea.* On relève enfin la présence de *Margaretta cereoides.*

Comme la profondeur est de — 30 m, ces espèces à habitat normalement plus profond doivent certainement provenir de la paroi de grottes sous-marines ou même de surplombs car elles ont besoin d'une certaine obscurité et de peu d'agitation. Quoi qu'il en soit, elles indiquent que des biocénoses coralligènes de type plus ou *moins sciaphile* sont installées sur les fonds rocheux voisins, dans une zone à régime hydrodynamique calme et donnent lieu à une sédimentation calcaire organogène peu appropriée à ces niveaux.

Il n'en va pas de même en B. 339 où l'accumnlation des colonies est faite de 73 % de débris roulés et usés et où les seules espèces reconnaissables sont : *Schismopora tubigera, Hippopleurifera pulchra* et *Lichenopora sp.* Les apports sont donc ici de caractère franchement plns superficiel; ils proviennent de biocénoses installées sur des substrats en tont cas soumis à une agitation plus intense.

On peut d'ailleurs penser que ces biocénoses doivent être à peu de choses près celles de l'herbier à Posidonies car parmi les Gastéropodes on retrouve beauconp de coquilles roulées mais associées à celles des espèces bien caractéristiques comme *Tricolia pulla, Alvania cimex, Turboella guerini, Chauvetia minima, Astraea rugosa.*

En B. 332 au contraire, les Gastéropodes les plus communs sont des formes adaptées à des biotopes moins agités et à des substrats plus fins : *Trifora perversa,* quelques *Turritella communis,* et quelques *Odostomia conoidea.* A noter que les *Bittium reticulatum* sont aussi fréquents dans un échantillon que dans l'autre.

Des indications similaires sont fournies par la nature des *Bivalves* triés dans chaque prélèvement. En B. 332 (sables à Bryozoaires) les débris de Lamellibranches indéterminables sont nombreux : 91 % de leur fraction; mais les seuls spécimens identifiables appartiennent tous aux espèces qne l'on retrouve dans le coralligène de cette région : *Striarca lactea, Digitaria digitaria, Pteromeris corbis.*

En B. 339, les morceaux de valves sont toujours plus fréquents que les valves elles-mêmes, mais on peut reconnaître comme formes dominantes des espèces bien adaptées aux zones superficielles des roches infralittorales (*Glanz trapezia*) ou *caractéristiques exclusives* des « sables et graviers soumis à l'action des courants de fond » (J. Pérès et J. Picaro, 1963) ; ex. : *Glycymeris glycymeris.* A ces valves s'ajoutent néanmoins celles de *Acar pulchella* et *Barbatia barbata,* communes dans tout le coralligène, mais probablement peu sciaphiles et supportant des courants assez vifs.

En B. 339 enfin, les *Hexaroralliaires* sont représentés par *Biflabellum antophyllum* et *Astroides calycularis* (espèce superficielle ?).

Source : MNHN, Paris

En ce qui concerne les Algues calcaires, il y a peu de différences entre les deux prélèvements si ce n'est qu'en B. 339, les formes mieux adaptées aux fonds agités sont plus développées; à côté de l'association habituelle, on peut ainsi compter un plus grand nombre d'oncolithes de *Lithothamnium fruticulosum* et séparer quelques fragments de *Lithothamnium calcareum*.

Ainsi, pour la même profondeur et au sein d'environnements à première vue identiques, les sables organogènes du Ras Frao et ceux du Ras Bibi se présentent sous deux faciès différents. C'est que, toutes conditions de milieu étant égales, les uns (à Algues calcaires) sont plus près de la côte que les autres et reçoivent ainsi plus d'apports superficiels.

*Les conditions de sédimentation des matériaux organogènes peuvent donc subir des modifications considérables sur une aire réduite et sans que leur texture en soit pour cela affectée. Cela montre une fois de plus l'utilité des analyses de composition dès que l'on a affaire à ces sédiments.*

Avant de clore ce paragraphe, il convient encore de bien remarquer la présence de sables à Bryozoaires typiques à un niveau relativement superficiel de la bordure littorale, ce qui est exceptionnel pour les côtes algériennes.

## B — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE STORA

Les falaises rocheuses du cap d'Akmès se prolongent jusque vers — 50 m par des roches et des sables terrigènes puis au-delà, par des sédiments calcaires organogènes. Ces derniers restent cependant, étroitement localisés autour du cap et passent dès — 80 m aux boues à silice et argile qui caractérisent la majeure partie de la couverture meuble de la baie de Philippeville. Devant Stora même, ces sédiments organogènes ont déjà disparu (voir esquisse sédimentologique de L. Leclaire) mais, par bonheur, deux échantillons ont pu en être recueillis au N-NE à — 60 m en B. 313 et à — 70 m en B. 314 (radiale B. 15).

La *texture* de ces sédiments est à peu près analogue à celle de tous les sables et graviers organogènes. Avec des courbes cumulatives identiques, les diamètres moyens et les écarts-types sont uniformément élevés :
— $x = 1{,}500$ mm;
— $\sigma = 1{,}30$ unités $\Phi$;
mais le sable le plus profond (B. 314) renferme 2 % de pélites et 82 % de particules grossières tandis que le plus superficiel contient 95 % de particules grossières et n'a pas de pélites.

Les relevés U-S indiquent qu'aux deux stations le fond sous-marin présente une surface à peu près plane descendant sans à-coups vers le large; il n'y a pas d'accidents rocheux et si le substratum dur n'est pas loin, il n'affleure nulle part. La profondeur et la nature des fonds étant à quelques détails près identiques aux deux stations, seule la distance au rivage paraît, à première vue, devoir expliquer la différence de composition entre les deux échantillons : en B. 313, j'ai reconnu, en effet, *un sable organogène à Bryozoaires*, en B. 314, *un sable organogène à Algues calcaires*.

Comme pour les sables littoraux du Ras Frao, une comparaison étroite de la composition des deux prélèvements et de la nature de leurs accumulations de débris organogènes identifiables va nous permettre de mieux comprendre l'origine de cette différence.

| *Composition* | *B. 313* | *B. 314* |
|---|---|---|
| Débris bioclastiques | 76 % | 28 % |
| Algues calcaires | 6 % | 37 % |
| Bryozoaires | 13 % | 26 % |
| Lamellibranches | 2 % | 1 % |
| Gastéropodes | + | 1 % |
| Hexacoralliaires | | 2 % |
| Brachiopodes | 1 % | + |
| Terrigène grossier | 2 % | 1 % |

Ce qui frappe tout de suite, c'est qu'en B. 314, le sable à Algues calcaires présente une composition tout à fait ordinaire tandis qu'en B. 313, le sable à Bryozoaires est, lui, très particulier. La proportion

Source : MNHN, Paris

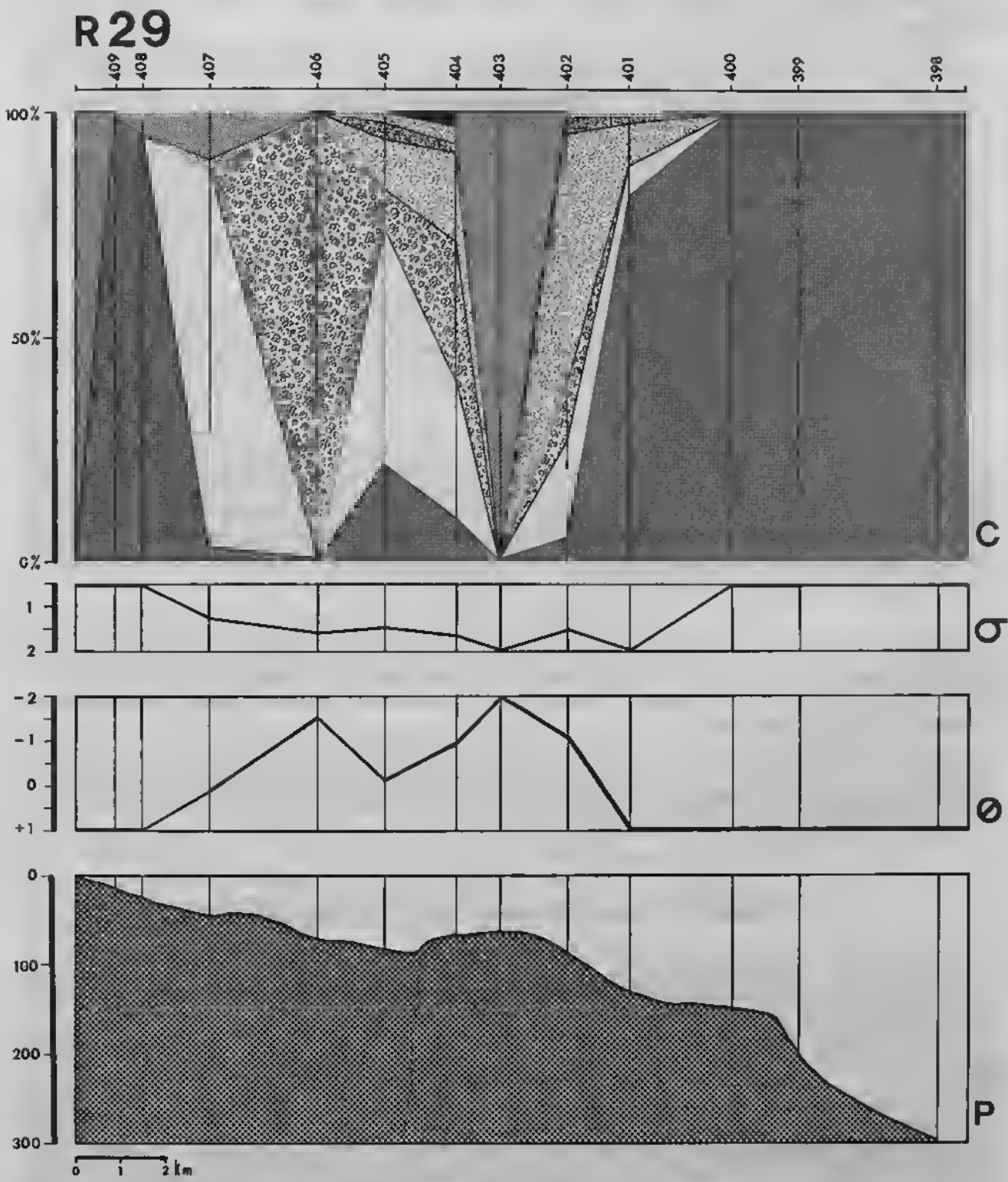



Fig. 45. — Radiale R. 29. La Seiche du Filfilah.

Source : MNHN, Paris

des colonies y est, en effet, très réduite par rapport à celle des débris bioclastiques et, à la limite, l'échantillon présente plus d'affinités avec les sables bioclastiques qu'avec les sables à Bryozoaires de la région.

En B. 313, l'abondance des débris bioclastiques jointe à la présence de sables et graviers terrigènes et à l'absence de particules pélitiques indique déjà qu'en ce point la formation du sédiment a dû s'effectuer dans un milieu soumis à une certaine agitation; la nature même des faunes et des flores qui y sont en voie d'accumulation permet de le confirmer.

> En B. 313, les espèces indicatrices de fonds à courants ne sont ainsi pas rares. Parmi les Bivalves on rencontre de nombreux spécimens de *Glycymeris glycymeris, Striarca lactea*; parmi les Echinodermes, les plaques et les piquants de *Echinocyamus pusillus* sont communes et dans les fractions *Algues calcaires*, les fragments de *Lithophyllum racemus* sont abondants (1). Toutes les fractions autres que celle des débris bioclastiques sont constituées pour plus des trois quarts par des restes indéterminables et les seules colonies de Bryozoaires reconnaissables sont celles des Celleporidae et des Cellariidae.

Les courants paraissent donc avoir une influence non négligeable sur la formation du sédiment dragué en B. 313 mais il ne faut pas cependant surévaluer leur rôle exact. D'une part, le sable est, en effet, peu trié ou remanié et d'autre part les apports littoraux qu'on devrait y retrouver en quantité (les courants sont engendrés par l'écrasement des grandes boules au rivage) sont en réalité très limités : une ou deux valves de *Cardita calyculata* usées, quelques fragments de *Paracentrotus lividus* et de rares grains détritiques dans 100 g de sédiment.

Suffisamment forts pour empêcher l'installation des biocénoses coralligènes types, les courants ne le sont finalement pas assez pour classer et transporter véritablement les particules sédimentaires. Leur action est donc plus *écologique* que *sédimentologique*. Leur vitesse doit d'ailleurs être ralentie car aucune des espèces que nous avons précédemment citées n'a pu être retrouvée en B. 314 et toutes les coquilles et les tests que l'on a rencontrés dans cette dernière station appartiennent aux faunes typiques de ces niveaux et de ce substrat : *Porella cervicornis, Myriapora truncata, Pseudolithophyllum expansum*... Des valves de *Pteria hirundo* rappellent de plus la proximité des fonds vaseux de la plate-forme.

En définitive, les sables organogènes de Stora ne peuvent pas être assimilés à leurs homologues du Ras Frao. Les premiers sont en effet constitués par les débris provenant de deux biocénoses : celle des fonds grossiers balayés par les courants d'une part et celle des fonds coralligènes de plateau d'autre part, tandis que les seconds résultent du dépôt d'autres biocénoses : celle des fonds coralligènes sur substrat dur et celle de l'herbier.

Ainsi se trouvent résolues les contradictions présentées par la disposition inverse des deux types de sables (à Bryozoaires et à Algues calcaires) par rapport à la côte et une nouvelle preuve est-elle apportée de l'étroitesse des relations *entre la composition des sédiments organogènes et la nature des épibiocénoses qui leur ont donné naissance.*

## C — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA SEICHE DU FILFILAH

A 7 km environ au Nord du Filfilah, en plein centre de la baie, les fonds de la plate-forme remontent progressivement pour culminer au-dessus de — 50 m en un haut-fond à contours réguliers : la Seiche du Filfilah (voir fig. 44). Comme tous les autres, les sommets de ce banc sont de nature rocheuse et les dragues y ont raclé des nodules d'Algues calcaires ainsi que quelques rares coquilles de Gastéropodes.

Des sédiments organogènes en tapissent les flancs suivant le schéma habituel et sans doute sous une faible épaisseur. Leur extension est beaucoup plus grande vers la côte que vers le large et ils se prolongent jusqu'aux sables terrigènes qui bordent le Ras Filfilah. Les cartes marines montrent bien l'étendue couverte par ces matériaux, mais malheureusement le nombre d'échantillons qui en a été rapporté est trop faible pour qu'on puisse donner ici une description exacte des variations de

(1) J. Peres et J. Picard (1963) la placent parmi les flores fréquentes dans la « Biocénose des sables grossiers et des fins graviers sous l'influence des courants de fond ».

Source : MNHN, Paris

composition. On peut tout au plus mettre en évidence que les fonds rocheux de la Seiche sont recouverts par des sables et graviers à Bryozoaires et Algues calcaires identiques à ceux du plateau de Djidjelli tandis que plus à la côte, vers la bordure littorale, des sables bioclastiques assurent la transition avec les plages (voir fig. 45).

### 1 — LES SABLES ET GRAVIERS ORGANOGÈNES DE LA SEICHE (B. 402, B. 404, B. 405).

Ce sont des sédiments grossiers et hétérogènes dont les caractères texturaux et la composition sont analogues à ceux des sables calcaires du plateau de Djidjelli. Les faciès sont à peu près uniformes (sables à Bryozoaires) sauf en B. 404 où les Algues calcaires sont plus nombreuses que les colonies. D'une façon générale, les accumulations de thalles et de débris zoogènes ont la même importance et la même nature que celles du plateau de Djidjelli et tous ces matériaux proviennent eux aussi des biocénoses coralligènes.

Les cartes marines indiquent la présence de corail dans ces parages qui ont été effectivement prospectés par les barques de Philippeville au siècle dernier. Mais si quelques débris de *Corallium rubrum*, morts, ont pu être reconnus dans les sables récoltés et aussi dans les dragues qui ont raclé les fonds rocheux, aucune pêche vraiment importante n'a pu être réalisée.

Sur les pentes externes de la Seiche, les sables organogènes passent progressivement à des vases calcaires puis à des vases terrigènes qui renferment encore des particules organogènes (43 % en 0.401 par — 120 m). Mais ces particules organogènes ont une origine tout à fait « locale » car elles ne comprennent plus d'Algues calcaires mais au contraire des Bryozoaires et des Bivalves en bon état, représentés par des espèces « profondes » ou bien adaptées aux faciès mixtes ou *vasicoles : Buchneria fayalensis, Cellaria sinuosa, Bathyarca pectunculoides, Arca diluvii*... De même, les seuls Brachiopodes qu'on y rencontre sont : *Terebratulina caput-serpentis*, et *Gryphus vitreus*.

### 2 — LES SABLES BIOCLASTIQUES DE LA BORDURE LITTORALE.

A peu près uniques en leur genre dans la région constantinoise, ils ont été dragués vers — 40 m devant les côtes du Dj. Filfilab.

Contrairement aux autres sables organogènes de la baie, ils ont une texture relativement fine ($x = 0{,}930$ mm) et mieux classée ($\sigma = 0{,}75$ unités $\Phi$). Leur phase granulométrique grossière ne renferme cependant pas moins de 97 % de toutes les particules.

*Leur composition* est également très particulière puisque les débris bioclastiques forment 87 % du sédiment et les particules terrigènes grossières 11 %. Les premiers, très arrondis, polis témoignent d'un remaniement très intense; il en est de même des secondes qui sont des graviers de schistes noirs, émoussés très usés, accompagnés de quelques quartz filoniens très roulés. Tout ce matériel ne peut provenir que de la dégradation des terrains plus ou moins métamorphiques que l'on retrouve dans le Dj. Filfilab (Joleaud, 1936).

L'état uniformément remanié de toutes les particules de même que leur tout relatif classement montrent que ces sables bioclastiques se sont, comme ceux de la région oranaise, formés dans un milieu suffisamment agité pour qu'il y ait transport, classement et usure des matériaux.

Quelques indices donnent cependant à penser que leur accumulation ne doit pas être entièrement contemporaine. En effet, la fraction organogène a une importance très élevée par rapport à celle de la fraction terrigène et surtout les rares débris zoogènes qui ont pu être déterminés ne proviennent pas des biocénoses littorales ou de mode agité. On ne retrouve même pas les représentants des faunes vivant dans l'herbier côtier qui résistent bien, on l'a vu, aux phénomènes de broyage.

D'autre part, on sait que les surfaces d'abrasion quaternaires d'âge divers ne manquent pas sur tous les contreforts du Dj. Filfilab (G. Lafuente, 1952) et la forme extrêmement plane du glacis sous-marin sur lequel on a dragué les sables bioclastiques s'y apparente beaucoup.

Aucun argument décisif ne permet cependant, et pour l'instant, de dater la mise en place de ces sédiments et d'affirmer qu'elle est entièrement ancienne; il est néanmoins intéressant de signaler toutes ces particularités qui pourront peut-être un jour servir de base à de nouvelles recherches.

Source : MNHN, Paris

## III. — LA BORDURE DE L'EDOUGH

Le Massif de l'Edough, dernier des grands môles cristallins de la côte algérienne, s'avance jusqu'à l'aplomb même des grandes plaines abyssales du bassin algéro-baléares et délimite très nettement à l'Est le golfe de Philippeville. Sur son pourtour, le précontinent se réduit une fois de plus à une mince bordure très déclive supportant de nombreux hauts-fonds (voir fig. 44 et 47).

Au massif intrusif du cap de Fer (1) correspond une corniche d'abord extrêmement étroite puis « anormalement » développée (A. Rosfelder, 1955) entre la baie de Sidi Akkecbe et le cap Toukoush avec toute une série de bauts-fonds rocbeux (la Seicbe du cap Toukoush) qui éloignent le rebord continental à environ 12 km de la côtc. Devant les assises nummulitiques (grès, grès quartzites et argiles) qui dessinent l'arrière-pays entre Herbillon et Aïn Barbar, le précontinent reprend une allure plus normale, interrompue seulement par l'accident topographique de la Seiche d'Aïn Barbar. Plus à l'Est, le massif cristallin de l'Edough se prolonge en mer (L. Leclaire, 1968) et assure à la marge qui s'élargit progressivement une allure plus convexe avec rebord et pente continentale moins inclinée.

Toute cette bordure de l'Edough a une morphologie relativement tourmentée qui contraste avec celle des deux golfes qu'elle sépare et l'ensemble des notations de fond comme la plupart des dragages réalisés par L. Leclaire indiquent que le substratum rocheux affleure très souvent, formant en tout cas l'ossature de tout le plateau continental.

Toutes les surfaces rocheuses échelonnées entre — 50 m et — 100 m fournissent un support idéal pour l'installation de florissantes biocénoses coralligènes et il n'est donc pas étonnant qu'on ait pu retrouver des sables et graviers à Bryozoaires et Algues calcaires sur tous les replats de la plate-forme. Sur la Seicbe du cap Toukoush, ces sédiments grossiers sont à peu près analogues à ceux du plateau kabyle, mais sur la Seiche d'Aïn Barbar, les formations organogènes sont plus particulières : elles représentent en effet les seuls *maerls* que j'ai pu voir dans la région constantinoise. A partir de l'élargissement du Pain de Sucre, les sédiments organogènes s'apparentent à ceux de la plate-forme bônoise.

A la différenciation morphologique et probablement structurale des trois principaux secteurs de cette bordure bétérogène de l'Edough correspond donc une modification très sensible des faciès organogènes calcaires.

### A — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU CAP DE FER A HERBILLON

Ils ne forment pas de gisements bien distincts sauf sur le pourtour de la Seiche de Toukoush. 5 échantillons au total ont été prélevés dans ce secteur, soit 1 sable et 1 vase organogène à Bryozoaires et 3 sables et graviers à Algues calcaires.

#### 1) Les sédiments organogènes à Bryozoaires.

A l'inverse de la disposition qu'ils affectent sur le plateau des Kabyles, ces sédiments caractérisent les niveaux relativement profonds de la plate-forme :

B. 418 (radiale B. 31) a été dragué juste avant le rebord par — 70 m devant le cap de Fer;

B. 424 (radiale B. 33) a été recueilli vers — 100 m sur le rebord du plateau de Toukoush, très au large.

(1) Pour tout ce qui concerne la géologie du Massif de l'Edough, on se reportera à la thèse de J. Hilly (1957).

Source : MNHN, Paris

*Le Sable à Bryozoaires* (B. 418) s'apparente très étroitement à ceux de la région kabyle dont il a la composition et l'habituelle texture grossière. Tous les débris organogènes qu'il renferme sont également communs et issus des biocénoses coralligènes : *Porella cervicornis, Adeonella calveti, Bittium reticulatum, Odostomia conoidea, Trifora perversa, Barbatia barbata, Striarca lactea, Hiatella arctica.* Les Algues calcaires sont très peu nombreuses (2 %) et la proportion des débris bioclastiques (30 %) plus faible que celle des Bryozoaires (37 %). Parmi les Brachiopodes commencent à apparaître en grand nombre les Thécidies (*Lacazella mediterranea*) qui vont devenir de plus en plus fréquentes dans le golfe de Bône.

*La vase à Bryozoaires* (B. 424) renferme, en réalité, peu d'argile puisque sa phase pélitique ne représente que 17 % seulement du poids total de l'échantillon qui reste formé en majeure partie par des colonies intactes ou fragmentées (42 %). Les zoaria les plus communs proviennent d'espèces relativement plus profondes que celles de la biocénose coralligène : *Buchneria fayalensis, Adeonellopsis distoma, Palmicellaria elegans.* Mais cependant quelques exemplaires morts ou épigénisés des grands Adéoniformes du coralligène peuvent encore être distinctement reconnus. L'examen des Bivalves est d'ailleurs significatif car en même temps que des coquilles fraîches de *Bathyarca pectunculoides, Pteria hirundo* et *Astarte sulcata*, qui, on l'a vu, sont des espèces « profondes », j'ai retrouvé des valves usées et épigénisées de *Pteromeris corbis, Acar pulchella, Venus casina* qui ne sont très abondantes que dans les sables de la plate-forme.

*Les formations organogènes de la Seiche Toukoush sont donc en voie d'envasement vers les niveaux profonds du rebord et des sédiments de transition indiquent que cet envasement est relativement récent et s'apparente à celui que nous avons déjà signalé devant le cap Bougarouni et sur tout le précontinent algérien en général.*

### 2) Les sédiments organogènes à Algues calcaires.

Ils caractérisent les à-plats et les flancs des bancs de la Seiche du cap Toukoush. Ce sont des sables et des graviers très grossiers avec de nombreux nodules d'Algues calcaires. Leur texture est très hétérogène mais de même type que celle des sables à Algues du plateau des Kabyles (1). Ils ne renferment le plus souvent ni phase pélitique ni phase granulométrique moyenne.

Les débris de thalles vivants ou morts sont très fréquents et forment toujours plus du quart et parfois plus de la moitié du matériau. Les deux espèces habituelles (*Pseudolithophyllum expansum* et *Lithothamnium fruticulasum*) sont bien représentées; mais sur les niveaux superficiels (en B. 426, vers — 40 m notamment), viennent s'y adjoindre des fragments de Corallinées et même de Squamariacées encore vivantes. Aucun arbuscule de *maerl* n'a été vu.

Les Bryozoaires sont très nettement moins nombreux, même aux profondeurs où leurs représentants vivants doivent trouver des biotopes favorables. Leurs fractions ne constituent jamais plus de 17 % du sable. Les grands Adéoniformes sont naturellement dominants mais sur les flancs des hauts-fonds, les Celleporidés (*Schismopora tubigera* en particulier) arrivent à représenter jusqu'à 20 % des populations.

Les Bivalves sont quasiment absents : 2 ou 3 valves pour 100 g de sédiment. Les espèces reconnues sont en très petit nombre : *Striarca lactea, Acar pulchella, Pteromeris corbis*...

Les Gastéropodes ne sont guère plus fréquents sauf vers le haut des bancs où leurs représentants sont très variés : *Bittium reticulatum, Melanella incurva, Gibberula* sp., *Murex* sp., *Mitrolumna olivoidea, Astraea rugosa, Homalopoma sanguinea*, Troques diverses, etc...

Les Brachiopodes enfin sont très rares de même que les Echinodermes et les Hexacoralliaires.

Peu différents à première vue des sables à Algues du littoral kabyle, ces formations du cap Toukoush présentent cependant des teneurs beaucoup plus basses en Bryozoaires et dans l'ensemble tout indique que les colonies s'accumulent à des niveaux plus profonds.

## B — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES D'AÏN BARBAR

Au long de la radiale n° B. 35, effectuée en travers de la Seiche d'Aïn Barbar, 4 des 6 dragages réalisés ont ramené des sédiments calcaires. Ces derniers montrent que sur cette étroite corniche de

(1) Les moyennes des trois échantillons analysés oscillent entre 2,300 et 2,700 mm, les écarts-types entre 1,40 et 1,75 unités Φ.

Source : MNHN, Paris

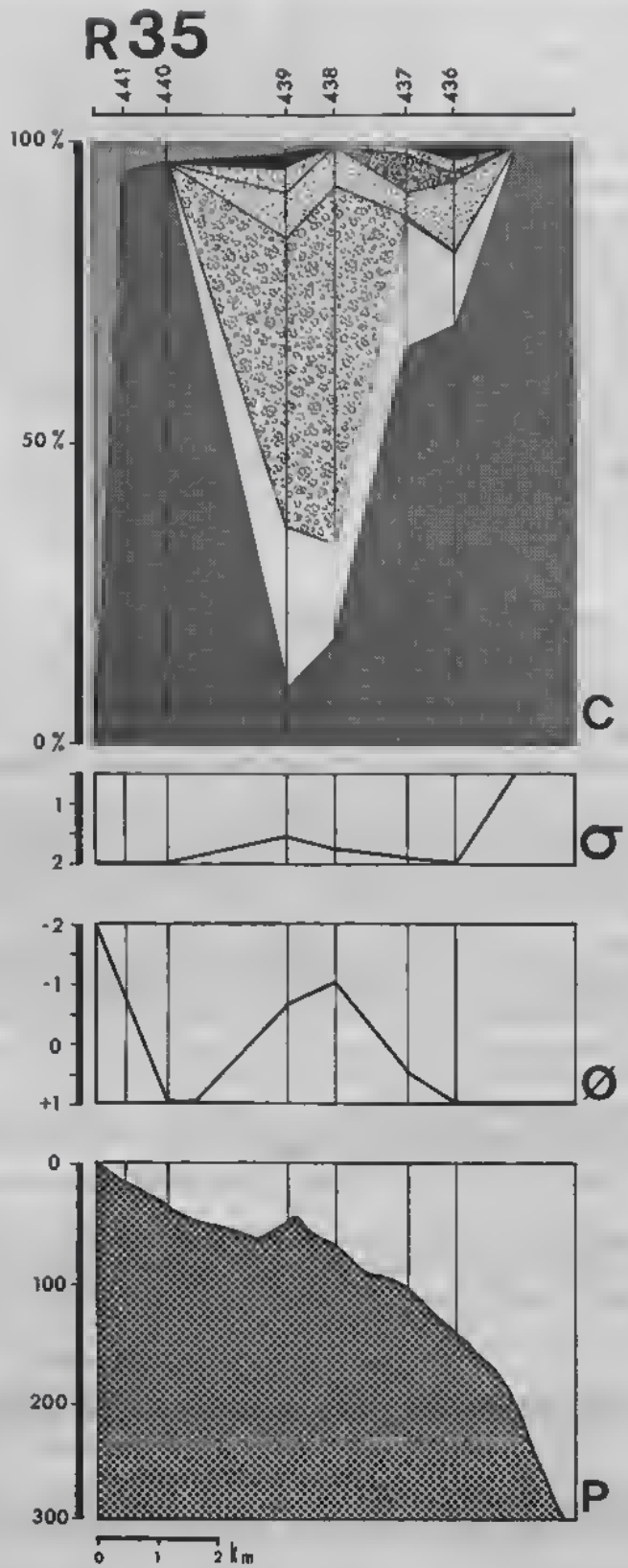



Fig. 46. — Radiale R. 35. La Seiche d'Aïn Barbar.

Source : MNHN, Paris

6 km de large, les faciès organogènes se succèdent très rapidement et qu'on peut, en gros, en distinguer 3 : sur le rebord S-E du banc rocheux et sur ses flancs jusqu'à — 60 m, ce sont des sables à Algues calcaires, ce qui est conforme au schéma habituel; puis dès — 100 m, des vases à Coquillier apparaissent, notamment sur le mince replat qui caractérise la bordure vers ces niveaux : plus profondément, aux alentours de — 150 m ces vases à Coquillier évoluent et passent à des vases à Foraminifères qui sont d'ailleurs elles-mêmes peu étendues, les boues argilo-calcaires de la pente continentale s'annonçant dès — 180 m.

### 1) Les sables organogènes à Algues calcaires.

Ce sont des sédiments hétérogènes dans lesquels les particules grossières sont les plus nombreuses, ce qui leur confère des diamètres moyens élevés (voir fig. 46).

Les Algues calcaires en forment au moins la moitié tandis que les autres organismes reconnaissables n'arrivent pas à constituer seulement 5 % du matériau, exception faite des Bryozoaires dont les accumulations ne dépassent pourtant pas 10 %.

Tout cela est habituel et jusque là rien ne distingue ces sables de tous leurs homologues constantinois auxquels ils s'apparentent par la texture comme par la composition. Cependant, lorsque j'ai examiné la nature des diverses fractions et en particulier celle des Algues calcaires, j'ai constaté à ma grande surprise que tous les thalles de Mélobésiées encroûtantes d'habitude si fréquents avaient disparu et étaient remplacés par les arbuscules des deux Lithothamniées du *maerl*, en bon état et bien vivants.

*Les sables à Algues calcaires de la Seiche d'Aïn Barbar représentent donc la première enclave de maerl qui a pu être observée à l'Est de Castiglione et la seule exception (comme nous le verrons) à l'évolution générale des peuplements constantinois.*

A cela il faut ajouter que le gisement est beaucoup plus profond que ne le sont ceux des *maerls* oranais et surtout qu'il n'y a pas d'herbiers à Posidonies typiques à proximité. Pourtant les coquilles et les Bryozoaires littoraux sont toujours présents et indiquent que le milieu doit être passablement agité : *Glanz trapezia, Schismopora tubigera, Glycymeris glycymeris, Rissoa cimex, Gibberula miliaria*... Des formes bien « constantinoises » (J. Caulet, 1969) sont néanmoins présentes et donnent un cachet original à la composition de ces *maerls* : *Acar pulchella, Pteromeris corbis*...

Assurément, la localisation et le mode de gisement de ces sédiments peuvent paraître « anormaux » et cela m'a amené à rechercher si mention en avait été faite dans la littérature bionomique et surtout si on pouvait en reconnaître les causes principales. Je dois donc dire que la présence de ce matériel paraissait inconnue et surtout que je n'ai pu discerner les raisons de cet isolement et de cette prolifération des *maerls* d'Aïn Barbar. C'est sans doute que la réponse au problème posé par ces *maerls* doit être recherchée à un niveau pour ainsi dire « présédimentologique » et il faudrait par conséquent reprendre la question sous un angle purement bionomique. Peut-être est-ce là l'un des premiers exemples de ces *maerls* profonds qu'ont retrouvés J. Peres et son équipe en Méditerranée orientale ? Peut-être est-ce au contraire le dernier îlot des *maerls* typiques de la Méditerranée occidentale qui ont tant d'affinités avec ceux du domaine atlantique ? De toute façon, la disparition des *maerls* à partir d'Alger pose un problème général qui est important pour le sédimentologiste puisqu'il se marque très bien dans la nature des sédiments déposés. Il revient cependant au bionomiste de le résoudre, puisqu'il est d'ordre purement écologique.

### 2) Les vases organogènes à Coquillier.

Elles constituent un faciès qui ne s'était plus présenté depuis la région algéroise mais qui s'apparente cependant plus étroitement à ceux que nous allons bientôt décrire dans le golfe de Bône.

En dehors des caractères texturaux qui n'ont rien de bien particulier (la phase pélitique de ces vases ne dépasse pas 25 %), la composition de ces sédiments montre en effet que, mis à part les débris bioclastiques et les coquilles de Bivalves, toutes les autres fractions, excepté les Foraminifères, sont négligeables et même que les Algues calcaires ont complètement disparu, *ce qui fait qu'on ne peut considérer ces sédiments comme assurant la transition entre les maerls superficiels et les boues du large.*

Source : MNHN, Paris

En ce qui concerne la nature précise des accumulations organogènes triées dans la phase granulométrique grossière, l'absence complète d'espèces *coralligènes* implique également qu'à l'inverse de ce que nous avons vu sur la Seiche du cap Toukoush et devant le cap Bougarouni, les vases calcaires de la bordure d'Aïn Barbar ne résultent pas d'*un « envasement » d'anciennes biocénoses coralligènes.*

Parmi les Gastéropodes, on peut cependant reconnaître des espèces habituellement très littorales : *Chauvetia minima, Gibberula miliaria, Rissoa cimex,* ou typiquement *mixticoles* ou *sabulicoles* : *Mitrolumna olivoidea, Neverita josephinia* et parmi les Bivalves les plus abondants qui proviennent d'espèces bien adaptées à ces substrats vaseux profonds (*Parvicardium nodosum, Bathyarca pectunculoides, Timoclea ovata*) un grand nombre de spécimens de *Lucinidae* dont *Jagonia reticulata* (en mauvais état) indiquent qu'une bonne partie du stock organogène s'est déposée dans des conditions de milieu très différentes de ce qu'elles sont actuellement, c'est-à-dire sous une bien plus faible épaisseur d'eau. A ce propos on peut également ajouter que quelques valves perforées de *Laevicardium oblongum* (espèce caractéristique du détritique côtier (J. Pérès et J. Picard, 1963) et peu adaptée à ces profondeurs) ont été également retrouvées.

*En définitive,* une bonne partie du stock sableux récolté dans les vases à coquillier d'Aïn Barbar est donc d'origine ancienne et sans doute contemporaine de la dernière phase régressive du nivean marin de par ses caractéristiques écologiques, systématiques et sa position bathymétrique. Le mince replat au bas et sur lequel ces vases ont été recueillies serait ainsi *une plate-forme d'abrasion préflandrienne* et c'est sans doute grâce à son existence que des dépôts littoraux et infralittoraux ont pu se déposer en assez grand nombre et sur une surface assez large pour qu'un coup de drague heureux ait pu les retrouver.

Déjà intéressants par leurs faciès littoraux si particuliers, les sédiments organogènes de la Seiche d'Aïn Barbar apportent eux aussi des indications sur l'évolution de la sédimentation locale et des données complémentaires sur l'ampleur locale de la régression préflandrienne.

### 3) Les vases organogènes à Foraminifères.

Ce sont les plus « profonds » de tous les sédiments organogènes d'Aïn Barbar et leurs textures comme leurs compositions sont peu différentes de celles des vases à Foraminifères de la pente continentale oranaise.

La volume de la phase pélitique est à peu près identique à celui des vases à coquillier voisines; celui de la phase granulométrique grossière est un peu moins élevé (30 % contre 35 %).

Les Foraminifères (15 %) et les Bryozoaires (12 %) représentent les seules fractions évaluables de débris organogènes identifiables, les débris bioclastiques atteignant la proportion de 47 %.

Toutes les espèces « littorales » isolées dans les vases à coquillier font ici totalement défaut et si les particules calcaires de nature indéterminable sont assurément d'origine ancienne, aucun indice ne permet d'attribuer un âge quelconque à leur mise en place.

Les seules formes reconnues sont issues des biocénoses installées actuellement à la surface du fond : *Palmicellaria elegans, Buchneria fayalensis, Adeonellopsis distoma, Bathyarca pectunculoides, Digitaria digitaria, Similipecten similis...* ou sont d'origine planctonique : Ptéropodes et Globigérines.

Peu étendues, ces vases organogènes à Foraminifères marquent en définitive la plus basse limite d'extension des formations organogènes de la bordure littorale.

## C — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DEVANT LES BASSES DU PAIN DE SUCRE

La région sous-marine comprise entre Aïn Barbar et le golfe de Bône a été malheureusement peu explorée et une seule radiale (B. 36) a pu être effectuée sur la bordure de l'Edough, en travers des fonds rocheux sis au large de l'Anse de Sidi Begra et dénommés : « Basses du Pain de sucre » (voir fig. 47).

Source : MNHN, Paris

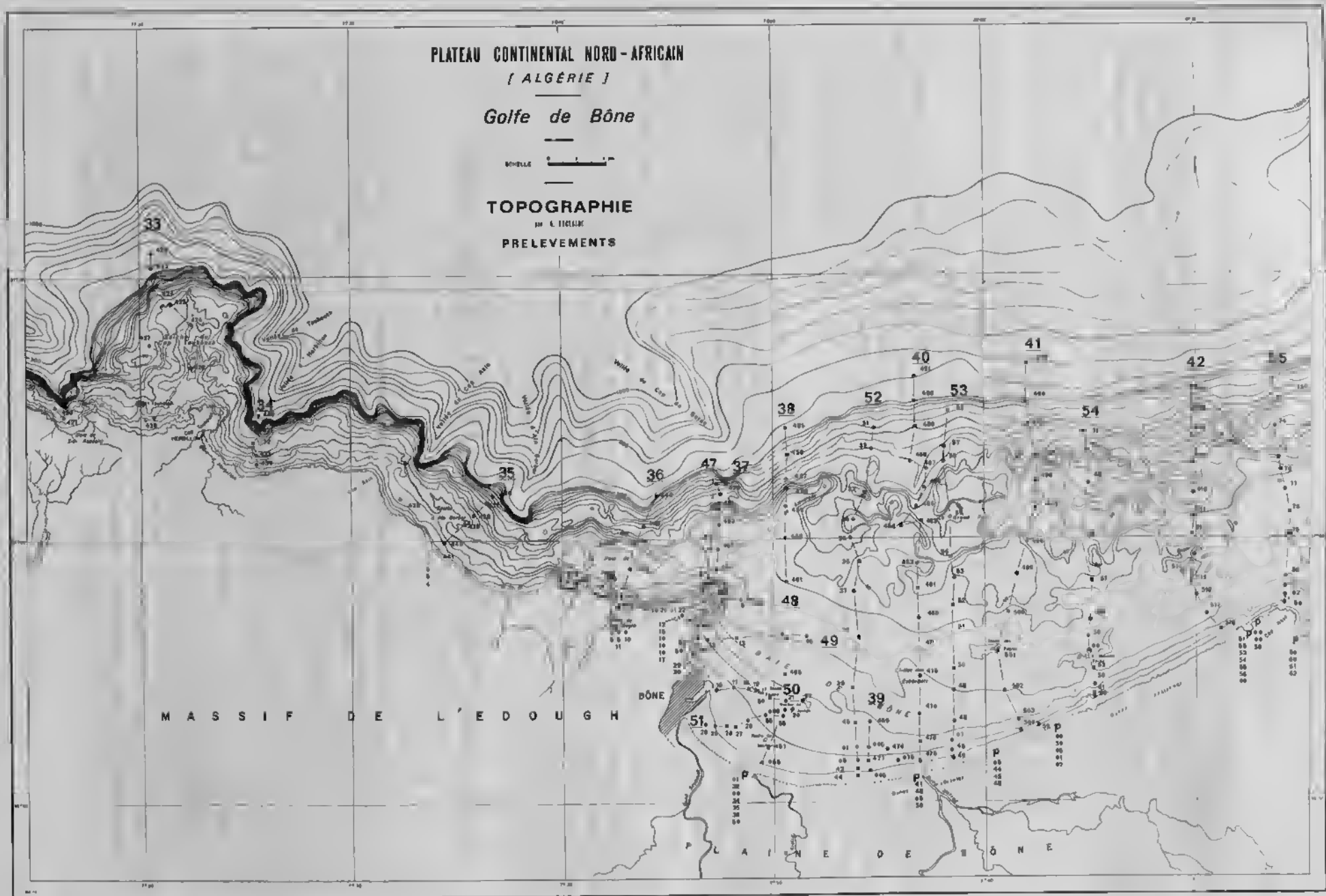



Fig. 47. — Carte de localisation des prélèvements dans le golfe de Bône.

Source : MNHN, Paris

Des sédiments organogènes n'ont été recueillis qu'en une seule station : B. 447, par — 75 m de fond sur le flanc externe des Basses.

Leur examen superficiel montre que ce sont des sables grossiers riches en pélites, mais, en fait, on peut les ranger dans *les Vases Organogènes à Bryozoaires* puisque la fraction *Bryozoaire* y prédomine et que la teneur en argiles atteint 10 % (voir plan n° III). Les particules grossières sont cependant les plus nombreuses (75 %) et leur composition est très particulière. En effet, suivant leur nature, les moins remaniées peuvent être regroupées en deux catégories :

— la plus importante renferme des débris issus de biocénoses indiscutablement coralligènes : *Adeonella calveti, Porella cervicornis, Acar pulchella, Pteromeris corbis, Mélobésiées crustacées* (11 % du stock); mais ces débris sont tous morts et remaniés (en particulier les Algues) et donc déposés depuis un certain temps;
— la plus mince réunit quelques fragments de formes littorales avec surtout des coquilles de Gastéropodes et de Bivalves cassées et perforées : *Alvania cimex, Rissoa violacea, Astraea rugosa, Bittium reticulatum* et *Venus casina.*

Si l'importance du premier groupe confirme que comme un peu partout sur les bordures des massifs cristallins, les vases organogènes à Bryozoaires draguées en B. 447 sont des sables d'origine coralligène en voie d'envasement depuis très peu de temps, la présence du deuxième groupe ne laisse pas de poser un problème intéressant. Ces apports littoraux proviennent-ils *actuellement* des biocénoses installées sur les surfaces rocheuses des Basses ou bien sont-ils, comme ceux que nous avons vus dans les vases à Coquilles d'Aïn Barbar, les derniers témoins de dépôts anciens d'âge probablement flandrien ou tardiglaciaire ?

Le volume de la phase pélitique et notamment la teneur en argiles semblent indiquer que les courants sont sans doute très faibles vers ces niveaux de la marge, ce qui fait pencher vers la seconde hypothèse, mais le nombre des formes littorales est très faible et on ne peut totalement exclure, vue la proximité des zones rocheuses, qu'elles puissent provenir des faciès superficiels, soit par écoulements accidentels de matériaux, soit par d'autres procédés.

On ne peut donc, en l'état actuel de nos connaissances et surtout avec un seul échantillon, affirmer que ces vases à Bryozoaires résultent de l'ensevelissement d'anciennes formations littorales par des dépôts coralligènes eux-mêmes recouverts à leur tour par des apports terrigènes fins. Mais ce « mélange » de thanatocoenoses apparaît pour la première fois sur le précontinent constantinois et mérite d'être signalé car il va devenir l'une des caractéristiques essentielles de la sédimentation organogène profonde du golfe de Bône.

## IV. — LE GOLFE DE BÔNE ET LE PLATEAU DE TABARCA

A partir du cap de Garde, la morphologie du précontinent constantinois se modifie profondément et au large de la basse plaine de Bône, les fonds sous-marins descendent sans brusques inflexions de pente jusqu'à l'isobathe — 1 000 m, éloigné à près de 40 m de la côte. Les vallées qui entaillaient la marge continentale disparaissent en même temps et les grandes unités topographiques de la surface péri-continentale (bordure littorale, plate-forme continentale, puis rebord et pente continentale) deviennent très peu différenciées. Au-delà du méridien du cap Rose, elles ne se distinguent même plus, si bien que tous les fonds littoraux de La Calle à Tabarca peuvent être regroupés avec les bancs (Banc Lesec) et les plateaux insulaires (La Galite) en une vaste zone précontinentale de type algéro-tunisien, limitée par l'isobathe — 500 m, annonçant déjà la région tourmentée du précontinent tunisien.

Aux côtes élevées et aux promontoires rocheux succèdent des plages et des dunes puis, à partir du cap Rose, des falaises taillées par la mer dans des grès d'âge numnmlithique supérieur. Ces rivages réguliers se poursuivent enfin vers l'intérieur des terres par une plaine basse, encombrée de marécages, bras morts et petits lacs dont tous les caractères morphologiques et hydrographiques ont fait dire à E.F. Gauthier (1922) que « la région littorale du golfe de Bône avait tout d'une côte à submersion ».

Du point de vue couverture sédimentaire, les changements sont tout aussi importants : la nature

Source : MNHN, Paris

des sédiments, organogènes comme terrigènes, devient, en effet, extrêmement diversifiée et de nouveaux types de sables et vases mixtes font leur apparition. La répartition des divers faciès prend ainsi un aspect très morcelé qui donne son caractère original à la sédimentation meuble dans cette région mais rend très aléatoire l'établissement de relevés cartographiques exacts malgré la densité des dragages.

Aussi les deux essais pour cartographier la répartition des divers types de sédiments organogènes présentés ici (Golfe de Bône et Plateau de Tabarca) restent-ils des esquisses préliminaires destinées avant tout à suivre avec facilité l'analyse des différents faciès et à mettre en lumière les problèmes posés par leur formation.

## A — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU GOLFE DE BÔNE

Avec le cap de Garde, la Chille de Lavarelle constitue la limite naturelle du Golfe de Bône vers l'Ouest; mais la frontière avec la zone précontinentale de La Calle-Tabarca est moins nette. Aussi le bombement sous-marin prolongeant le cap Rose a-t-il été adopté comme ligne de démarcation orientale surtout par commodité (voir fig. 47).

Les cartes marines précisent qu'entre ces limites, les fonds du golfe se poursuivent sans accidents morphologiques majeurs depuis les côtes jusque vers la pente continentale et que celle-ci s'amorce vers — 100 m pour ne s'individualiser vraiment qu'à partir de — 150 m à — 170 m. La couverture meuble paraît, à leur lecture, essentiellement terrigène et les sédiments organogènes (*coralligène s.l.* et *coquillier*) demeurent restreints en quelques « îlots » peu étendus, à proximité du rebord (A. Rosfelder, 1955). Entre 1960 et 1963, L. Leclaire a pu effectuer environ 150 dragages dans le secteur et présenter ainsi, en s'aidant des notations du S.H., une carte bien plus précise où les sédiments calcaires et en particulier les sables et graviers apparaissent en gisements plus grands d'une part et plus ou moins liés à la topographie d'autre part.

### I — MORPHOLOGIE DES FONDS ET COUVERTURE SÉDIMENTAIRE.

Devant les falaises rocheuses du cap de Garde (1), la marge continentale conserve encore un profil classique avec une bordure littorale étroite, accidentée où le substratum rocheux affleure couramment, une plate-forme continentale très plate, presque bombée, prolongée en direction du N-E par la Chille de Lavarelle et un glacis débutant par un rebord peu marqué, puis indenté plus bas par une vallée sous-marine. L. Leclaire assimile cette morphologie à celle des autres bordures de massifs cristallophylliens et estime « qu'il est probable que dans cette région ce soit le substratum cristallin du massif de l'Edough qui conditionne la morphologie » (1968, p. 515).

Sur la plate-forme elle-même, le substratum rocheux (probablement de nature cristalline) est recouvert par une faible épaisseur de sédiments meubles, grossiers, calcaires; mais vers — 70 m, ces sables passent à des vases calcaires qui sont elles-mêmes remplacées vers — 100 m, sur la pente continentale, par des vases calcaréo-argileuses, puis, vers — 200 m, par des boues argilo-siliceuses. La présence de matériaux quaternaires plus ou moins consolidés ne peut être exclue pour la plate-forme car L. Joleau (1936) a pu déjà observer que les grès dunaires du cap passaient sous la mer et étaient visibles jusqu'à — 10 m.

— Entre le port de Bône et l'embouchure de l'Oued Mafrag, le fond du golfe est constitué par un talus d'accumulation de matériaux terrigènes grossiers puis fins (boues argilo-siliceuses) résultant sans doute des déjections de l'Oued Seybouse et de l'Oued Mafrag. Quelques têtes de roches émergent de ce talus mais ne semblent pas, à ma connaissance, supporter une véritable converture meuble calcaire.

— De l'embouchure de l'Oued Mafrag au cap Rose, la bordure littorale conserve à peu près la même allure mais les apports terrigènes sont de plus en plus grossiers et autour des accidents rocheux (Chille des Escargots, Rocher des Pagres) s'accumulent des vases riches en débris calcaires.

Plus au large, sur la plate-forme continentale, le paysage sous-marin devient très varié avec toute

(1) Ce promontoire est constitué par des terrains cristallophylliens avec des placages de grès dunaires d'âge quaternaire (J. Hilly, 1957).

Source : MNHN, Paris

une série de plateaux à sommets plans (altitude moyenne : — 60 m) et flancs raides (*les platiers*), encerclés et isolés par des dépressions à fond plat (les chenaux). Ces plateaux dont le substratum rocheux affleure très souvent et supporte une mince couverture de sables et graviers calcaires organogènes, s'organisent tout autour d'une dépression centrale (— 100 m) encombrée de boues argilo-siliceuses : le Grand Pays. Les dépôts argileux du golfe s'infiltrent très nettement dans les chenaux qui sont tapissés de vases silico-calcaires ou même de sables terrigènes. L'ensemble présente en définitive l'aspect d'une série de terrasses ravinées et en voie d'enfouissement.

— En direction du rebord continental, c'est-à-dire entre — 80 m et — 110 m, la surface des plateaux s'incline très progressivement en prenant un relief plus tourmenté. Les affleurements rocheux se multiplient et les sables et graviers organogènes sont restreints aux petites dépressions. Les chenaux de la plate-forme « débouchent » enfin sur le glacis continental par des passages très resserrés, tapissés de vases terrigènes.

— Vers — 110 m, environ, les fonds adoptent une morphologie à peu près régulière et se couvrent uniformément de vases mixtes à forte teneur en particules terrigènes grossières (quartz). Dès — 150 m, ces vases calcaréo-siliceuses, si particulières, passent à des vases plus ou moins riches en argiles, puis, tandis que la pente de la marge continentale s'accroît progressivement, on retrouve vers — 200 m les boues habituelles du large.

— Au méridien même du cap Rose, la plate-forme continentale est uniquement formée par un vaste plateau, non raviné par des chenaux et unissant d'un seul jet la bordure littorale à la pente du talus continental.

Dans le golfe de Bône, les sédiments organogènes caractérisent donc les fonds à substratum rocheux de la plate-forme ainsi que les premières pentes du glacis continental; la bordure littorale en est apparemment dépourvue. Sur la plate-forme, ces sédiments organogènes sont ordinairement des sables et graviers très grossiers, semblables à ceux que nous avons déjà décrits; sur le rebord, ce sont surtout des vases mixtes riches en débris siliceux, d'un type nouveau. 61 échantillons, répartis sur 10 profils ou radiales ont pu en être complètement analysés. Les résultats d'ensemble ont servi à dresser une esquisse au 1/150 000 de la répartition des divers faciès (voir plan III). Quatre radiales dans le texte illustrent la succession des entités morphologiques avec la nature et la texture de leur couverture meuble depuis la côte jusque vers — 200 m.

## 2 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DE LA PLATE-FORME CONTINENTALE.

### a) Les sédiments organogènes à Algues calcaires.

Ils recouvrent les fonds rocheux de tous les grands plateaux à l'exception de la Cbille de Lavarelle (voir plan III). Suivant les gisements, leurs textures et leurs compositions présentent quelques variations et on peut, en gros, les diviser en trois groupes.

#### *Les sables et graviers à Algues calcaires des Plateaux.*

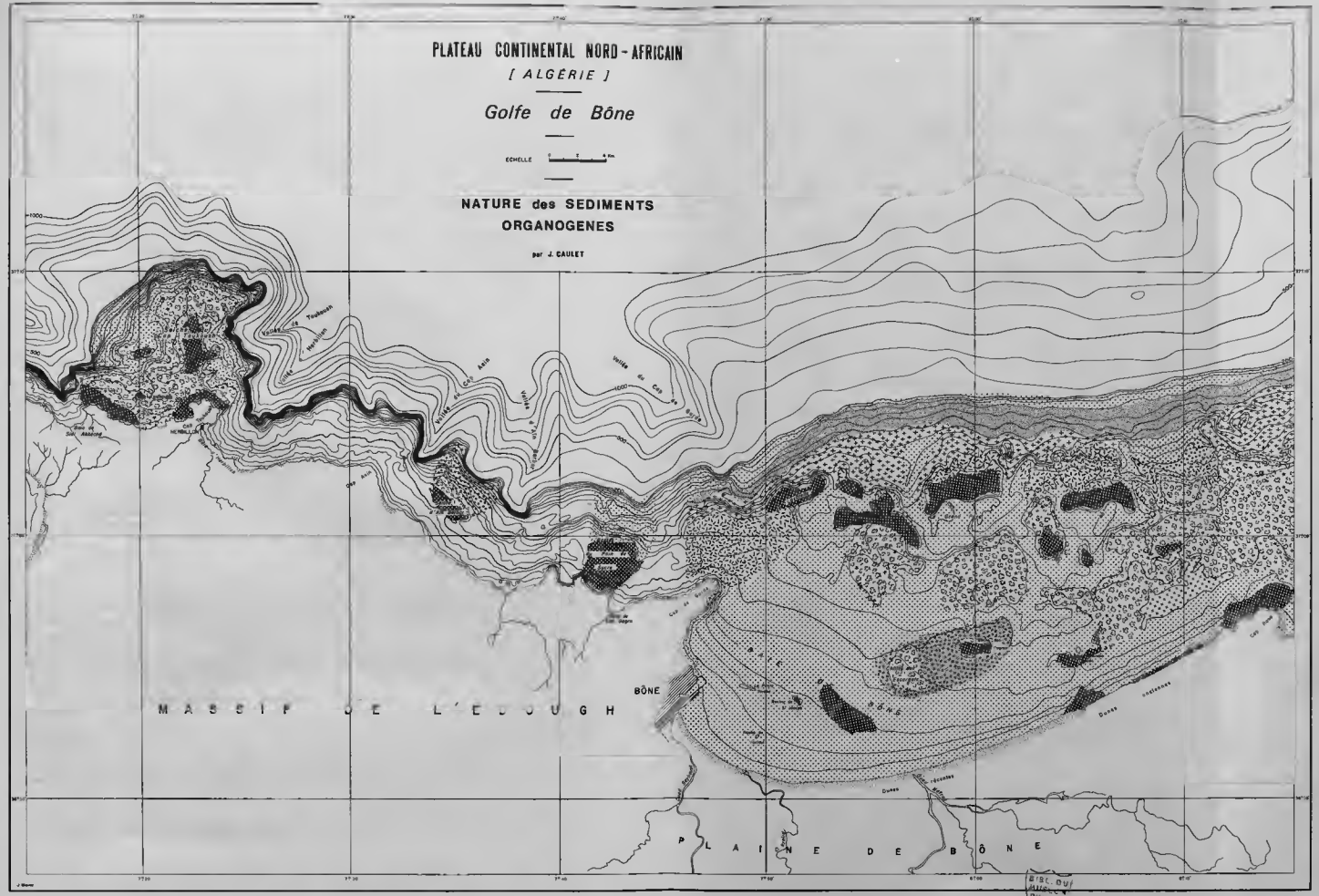
Ce sont des sédiments très grossiers draguês au sommet des p*latiers* entre — 60 m et — 70 m (1).

Leur texture et leur composition (voir tableau IX) sont à peu de détails près analogues à celles de leurs homologues du cap Toukoush (voir aussi B. 482, radiale B. 40, fig. 48 et B. 496, B. 499, radiale B. 41, fig. 50).

De grands oncolithes et des fragments morts ou vifs des Mélobésiées habituelles dans la région constantinoise (***Pseudolithophyllum expansum*** et ***Lithothamnium fruticulosum***) représentent de 30 à 60 % du sédiment. Les restes zoogènes sont en bien moindre quantité et proviennent tous des formes vivant dans les biocénoses coralligènes, installées sur ces fonds de plateaux et que nous avons décrites à maintes reprises (2).

(1) Echantillons : B. 76, B. 77, B. 78, B. 459, B. 482, B. 496, B. 499, B. 510, B. 512, B. 513, B. 514.
(2) Consulter également les inventaires des formes vivantes dressés par R. Vayssière et G. Fredj (1963).

Source : MNHN, Paris




## LEGENDE

### NATURE des SEDIMENTS ORGANOGENES

- Sables organogènes à algues calcaires
- Vases organogènes à algues calcaires
- Sables organogènes à bryozoaires
- Vases organogènes à bryozoaires
- Sables organogènes à coquillier
- Vases organogènes à coquillier
- Sables organogènes à foraminifères
- Vases organogènes à foraminifères
- Sables organogènes à bioclastique
- Vases organogènes à bioclastique

### NATURE des SEDIMENTS ORGANO-TERRIGENES

- Sables organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à bryozoaires
- Sables organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à coquillier
- Vases organo-terrigènes à foraminifères

### DIVERS

- Sédiments terrigènes
- Affleurements du substratum rocheux
- Isobathes

Source : MNHN, Paris

Les valves des Brachiopodes sont un peu plus fréquentes qu'au large du cap Toukoush et arrivent souvent à constituer une fraction bien évaluable. Les individus ramenés vivants ne sont pas rares (1).

*La mise en place de ces sédiments est manifestement actuelle* car les débris usés sont très peu nombreux et la proportion des éléments spécifiquement indéterminables très faible. L'importance de la phase terrigène est enfin à peu près nulle.

D'une façon générale, la composition de ces sables reste à peu près constante sur les divers plateaux qui ont pu être prospectés mais aux abords de la bordure littorale, vers — 60 m, la proportion des thalles vivants diminue progressivement et on passe à des sables à Algues calcaires très différents.

***Les sables et graviers calcaires à proximité de la bordure littorale.***

Ils constituent la couverture meuble de la Chille des Escargots, de la Roche des Pagres et des petits fonds (— 40 m à — 50 m) du plateau du cap Rose, (échantillons B. 478, radiales B. 40, B. 79, radiale B. 55).

Leur *texture* est aussi grossière que celles des précédents mais le classement des particules est beaucoup plus poussé et les écarts-types, toujours inférieurs à 1 (unité Φ), alors que les autres étaient supérieurs, se rapprochent beaucoup de ceux qui caractérisent les sables à Bioclastique (voir fig. 49).

Leur *composition* présente d'ailleurs beaucoup de similitude avec celle des sables à Bioclastique. On en jugera d'après le tableau IX.

TABLEAU IX

*Composition des deux types de sables à Algues calcaires du golfe de* Bône

| | B. 512 (sables à Algues de plate-formes) | B. 478 (sables à Algues à proximité de la bordure littorale) |
|---|---|---|
| Débris Bioclastiques | 33 % | 60 % |
| Algues calcaires | 42 % | 11 % |
| Bryozoaires | 16 % | 6 % |
| Lamellibranches | + | + |
| Gastéropodes | 1 % | 1 % |
| Brachiopodes | 3 % | + |
| Hexacoralliaires | + | 1 % |
| Echinodermes | + | 1 % |
| Foraminifères | + | + |
| Terrigène grossier | | 6 % |
| Pélites | 1 % | 13 % |

On peut ainsi remarquer que la part des éléments reconnaissables devient extrêmement réduite et que le sédiment a finalement plus d'affinités avec les sables à Bioclastique ordinaires qu'avec les sédiments à Algues précédents. Les débris bioclastiques sont tous plus ou moins arrondis, usés mais recouverts d'une patine roussâtre d'hydroxydes de fer (sables fauves).

La fraction *Algues calcaires* se compose de fragments de thalles crustacés (en « frites ») mais ces derniers sont tous morts, indéterminables et épigénisés (seuls quelques rares thalles encroûtants de très petite taille ont été retrouvés vivants).

Toutes ces observations, jointes à la relative homogénéité du matériau, indiquent que les particules de ces sables à Algues ont été bien plus remaniées et même transportées que celles des sables à Algues des plateaux : *elles ne proviennent pas du dépôt de faunes et flores corallígènes actuelles.* D'ailleurs, les seuls Bivalves retrouvés intacts (2 ou 3 valves pour 200 g de sédiment) appartiennent à des espèces très littorales de même que les rares colonies de Bryozoaires qui les accompagnent.

Mais comme les aires recouvertes par ces matériaux calcaires sont assez éloignées de la côte (plus de 4 km) dont elles sont également séparées par des atterrissements de vases et, comme ces

(1) Les Thécidies (*Lacazella mediterranea*) sont les plus communes. Elles ont d'ailleurs été étudiées sur place pour la première fois par G. DE LACAZE-DUTHIERS (1864).



Source : MNHN, Paris

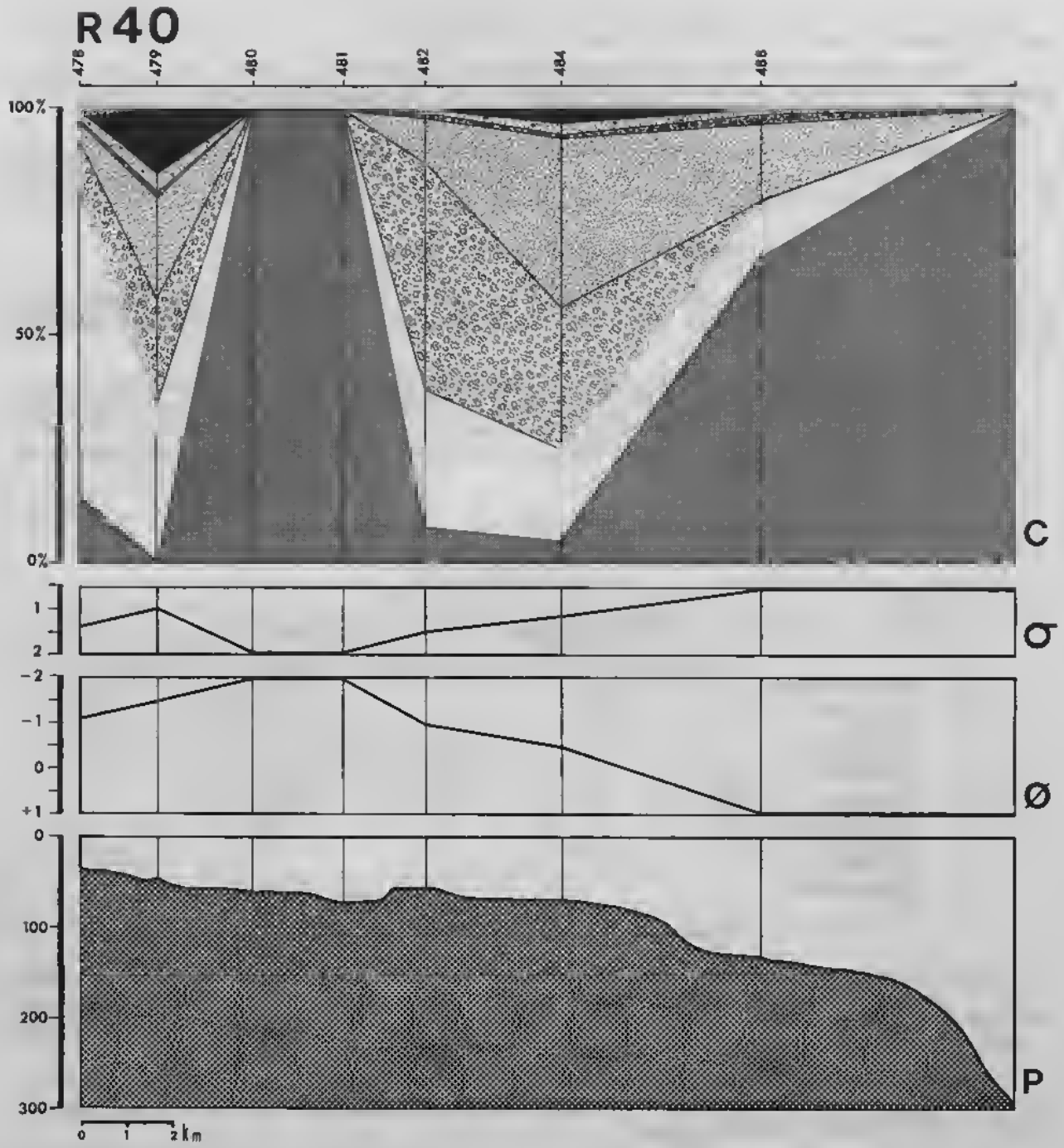



Fig. 48. — Radiale R. 40. Devant l'Oued Mafrag.

sables renferment une assez forte teneur en pélites, il ne paraît pas probable qu'ils puissent résulter d'un transport, tout au moins actuel, de particules d'origine littorale. De plus, on voit mal d'où pourraient provenir tous les débris calcaires, la côte étant essentiellement bordée de plages avec très peu d'herbiers.

*Il faut donc convenir qu'une bonne partie de ces sables à Algues provient du remaniement d'anciens dépôts organogènes.* Et ce remaniement doit être lui-même relativement ancien car de nombreux grains de quartz ronds-mats et quelques grains non émoussés-luisants ont été retrouvés dans ces sables.

Source : MNHN, Paris

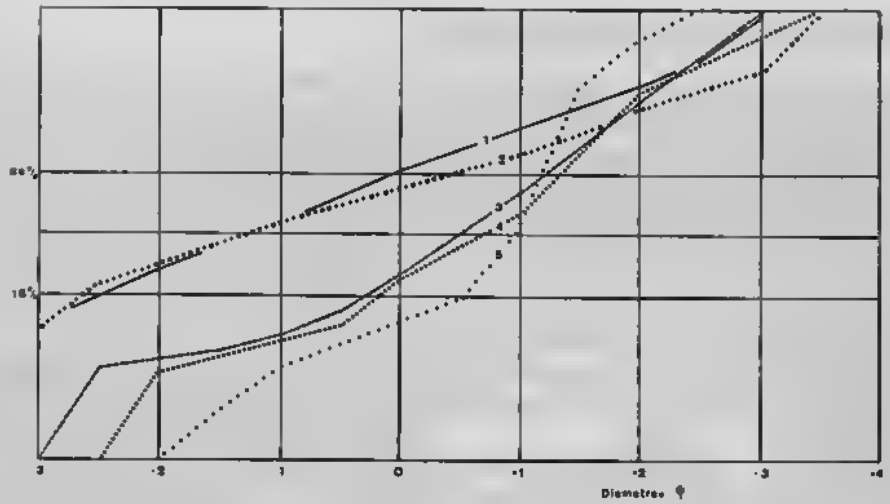



Fig. 49. — Courbes cumulatives de quelques sédiments organogènes de la région constantinoise. 1 = Sable organogène à Bryozoaire (profond); 2 = Sable organogène à Algues calcaires des *platiers*; 3 = Sable organogène à Algues calcaires du littoral; 4 = Sable organogène à Bryozoaires littoral (B. 460); 5 = Sable terrigène de plage.

***Les sables et graviers à Algues calcaires du flanc des Plateaux.***

On n'a pu en récolter qu'un seul échantillon : B. 497, radiale B. 41 sur le flanc Ouest du platier qui borde à l'Est la dépression du Grand Pays, vers — 80 m (voir fig. 50).

*Sa texture* est beaucoup plus fine que celle des autres sables à Algues calcaires et la phase granulométrique moyenne renferme 30 % des particules. La proportion de pélites reste cependant inférieure à 4 %.

En ce qui concerne *la composition*, de nombreux changements interviennent. Les débris d'Algues calcaires sont ainsi bien moins abondants (voir fig. 50), que sur les plateaux même (seulement 25 %) et le pourcentage des débris bioclastiques augmente (60 %) tandis que celui des coquilles de Bivalves devient l'un des plus élevés que nous ayons mesuré dans les sables à Algues (4 %).

Si l'on examine de plus près la nature des diverses fractions, on peut aussi effectuer les observations suivantes : les fragments de thalles proviennent bien des Mélobésiées habituelles, mais ils sont tous morts, très souvent patinés et semblables à ceux que nous avons décrits plus près du littoral.

Les accumulations de Bivalves renferment un mélange de populations à affinités écologiques dissemblables; on rencontre ainsi les espèces typiques du coralligène constantinois : ***Pteromeris corbis***, ***Acar pulchella***, ***Gonilia bipartita***, mais toujours à l'état remanié (valves uniques perforées, encroûtées, cassées) et pêle-mêle avec des coquilles fraîches, entières, caractéristiques des faciès mixticoles de la plate-forme : ***Timoclea ovata***, ***Corbula gibba***, ***Nuculana deltaidea***, on plus profondes : ***Bathyarca pectunculoides***.

Parmi les Bryozoaires, on relève pareillement les restes des grands Adéoniformes branchus avec des colonies mieux adaptées aux substrats meubles et envasés : *Cupuladria canariensis*, *Crisia*, *Cellaria sinuosa* etc.

En définitive, loin d'être issus du seul dépôt des organismes calcaires d'origine coralligène, ces sables à Algues résultent d'un mélange d'apports hétérogènes provenant aussi bien des biocénoses coralligènes que d'autres communautés à habitat nettement plus *vasicole*. Comme les débris d'origine coralligène sont morts épigénisés, et comme ils ne peuvent être transportés depuis le sommet du *platier* dans les conditions de milieu actuelles, *il semble donc que ces sables soient le produit d'une surimposition de restes « mixticoles » contemporains à un dépôt ancien de matériaux « coralligènes »*.

*En fin de compte cette surimposition ne peut être due qu'à un enfouissement récent des formations coralligènes de plateau par les vases fines, au niveau des fonds de chenaux; enfouissement qui est encore un nouvel indice du caractère général de l'envasement actuel du précontinent algérien.*



Source : MNHN, Paris

b) Les sédiments organogènes à Bioclastique.

Les quelques échantillons qui ont pu être examinés : B. 50, B. 51, B. 462, montrent que ce ne sont plus des sables comme devant le Ras Filfilah mais des vases relativement pauvres en pélites.

*Ces vases organogènes à Bioclastique* forment (voir planche III) deux gisements dont le plus petit s'étend sur la bordure S-E du cap de Garde et le plus grand entre la Chille des Escargots et la Roche des Pagres par — 40 à — 50 m. Comme en Oranie et en baie de Philippeville, les sédiments bioclastiques sont donc restreints aux petits fonds de la bordure littorale voisins de la côte.

Leur *texture* est relativement grossière puisque la phase pélitique ne représente guère plus de 20 % du matériau. Les particules sableuses sont plus ou moins de grande taille; en B. 462, le diamètre moyen est ainsi inférieur à 0,400 mm tandis qu'en B. 50, il avoisine 1 mm.

D'une façon générale, le classement de ces particules sableuses est bon : les écarts-types oscillent ainsi entre 0,50 et 0,80 unités Φ c'est-à-dire qu'ils sont à peu près équivalents à ceux des sables à Algues voisins (voir fig. 49).

Leur *composition* est peu différente de celle des autres sédiments bioclastiques. On peut prendre en exemple celle de B. 462.

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiques | 66 % |
| Algues calcaires | + |
| Bryozoaires | 4 % |
| Coquillier | 2 % |
| Echinodermes | + |
| Foraminifères | 2 % |
| Terrigène grossier | 2 % |
| Pélites | 22 % |

Les débris bioclastiques représentent donc la majeure partie du sédiment, les seuls fragments identifiables un peu nombreux demeurant ici les colonies de Bryozoaires. En B. 50 et B. 51, ce sont toutefois les Algues calcaires. Comme dans tous les sédiments bioclastiques, les particules calcaires biogènes d'origine inconnue sont arrondies, usées et polies. Elles portent la marque d'un long remaniement.

En raison de la faible profondeur où tous ces sédiments ont été dragués, on pourrait penser à première vue que ce remaniement est actuel et que les herbiers littoraux sont la source de tout le matériel bioclastique.
Mais outre que les teneurs en pélites sont telles qu'une mise en suspension des particules sableuses paraît difficile, il n'a pas été possible de retrouver des débris d'espèces vraiment littorales et au contraire les *seules formes que l'on a rencontrées proviennent des communautés typiquement circalittorales* (*Bryozoaires notamment*).

*Ainsi, les vases à Bioclastique de Bône paraissent-elles devoir être constituées comme les sables à Bioclastique du Filfilah, par des matériaux mis en place et remaniés à une époque plus ancienne puis à peu envasés.* Leur composition étant très proche de celle des sables à Algues voisins, rien n'empêche de penser qu'on doit pouvoir retrouver tous les faciès intermédiaires entre elles et eux et que tout le matériel bioclastique de la bordure littorale bônoise a été mis en place à la même époque.

c) Les sédiments organo-terrigènes à Bioclastique.

Ils apparaissent pour la première fois dans cette analyse des sédiments organogènes du précontinent algérien. Ce sont comme les autres faciès bioclastiques du golfe de Bône des vases pauvres en argiles.

Leur texture et leur composition sont en fait extrêmement voisines de celles des autres vases à Bioclastique et seule une teneur élevée (20 %) en débris siliceux fins (éclats de quartz) permet de les ranger parmi le groupe des sédiments organo-terrigènes.

Remarquons d'ailleurs que ces vases ont été draguées dans les chenaux littoraux qui entaillent la portion Ouest du plateau du cap Rose (voir plan III) et à proximité des grandes accumulations de sables détritiques qui prolongent jusque vers — 40 m les terres émergées toutes proches. Comme dans les autres formations organogènes déposées entre — 50 et 60 m, que ce soit sur ou en contrebas des *platiers*, toutes les particules calcaires sont très usées et arrondies.

Source : MNHN, Paris

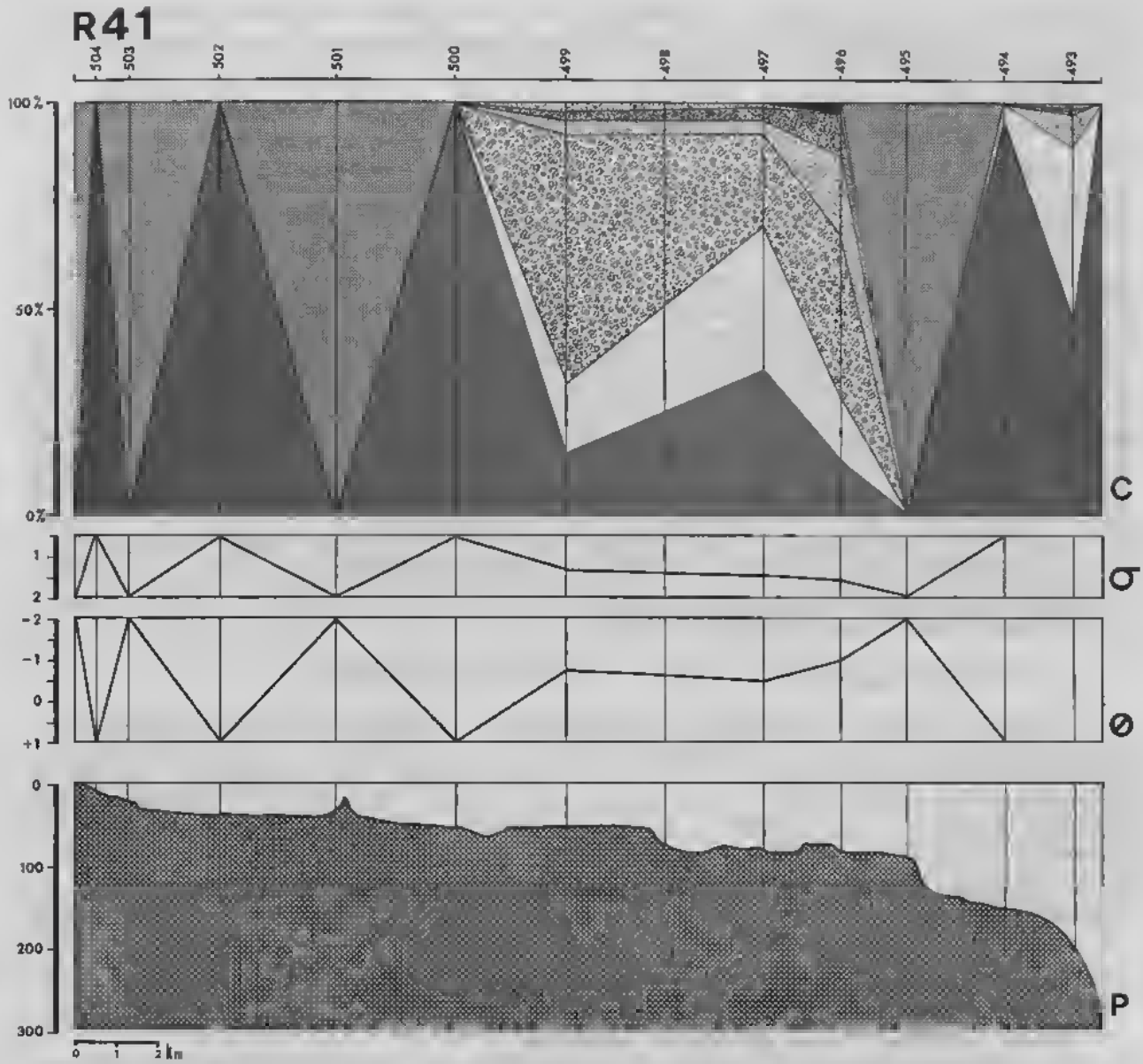



FIG. 50. — Radiale R. 41. Le golfe de Bône, radiale en travers.

## 3 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU REBORD ET DU GLACIS CONTINENTAL.

### a) Les sédiments organogènes à Bryozoaires.

Exception faite de ceux qui recouvrent la Chille de Lavarelle, ils apparaissent comme les plus profonds de tous les faciès organogènes du golfe de Bône. On n'a pu les reconnaître, en effet, que sur les surfaces accidentées qui marquent le rebord et la chute des *platiers*, entre — 80 m et — 110 m, où ils assurent la transition entre les sables à Algues calcaires de la plate-forme et les faciès organogènes du glacis continental (voir plan III). L'étendue de leurs gisements est de ce fait relativement restreinte et le nombre d'échantillons ramenés n'est pas très élevé : 11 seulement (1).

(1) *Echantillons du rebord :* B. 69, B. 70, B. 75, B. 484, B. 511. *Echantillons de la Chille de Lavarelle :* B. 452, B. 453, B. 4, B. 5, B. 459, B. 460.


Source : MNHN, Paris

L'analyse de ces échantillons montre cependant que ce sont tous des *sables grossiers* dont la texture et la composition sont uniformes, exception faite des quelques sables plus littoraux de la Chille de Lavarelle.

***Les sables organogènes à Bryozoaires du rebord continental.***

Ils sont tous très grossiers et leur texture ne diffère en rien de celle des sables à Mélobésiées de la plate-forme. Ni les paramètres texturaux, ni les courbes cumulatives, ni l'importance relative des fractions n'offrent de traits particuliers (voir B. 484, radial B. 40), fig. 48.

*La composition* est également très voisine de celle des sables à Algues. Mais les colonies de Bryozoaires sont plus nombreuses que les thalles calcifiés et les débris d'Hexacoralliaires plus fréquents, ce qui paraît être ainsi un caractère constant de tous les sables à Bryozoaires du précontinent algérien. La nature propre des diverses fractions reste également inchangée et tous les squelettes, tests, coquilles, proviennent des espèces communes dans les faciès « coralligènes de plate-forme » qui trouvent là de bonnes conditions de milieu pour se développer. La prédominance des Bryozoaires sur les thalles calcaires (dans les accumulations) due en particulier à l'abondance des grandes formes branchues (*Adeonella calveti, Porella cervicornis, Myriapora truncata*) est sans doute liée à la présence de substrats durs, c'est-à-dire à un amincissement de la couverture sédimentaire meuble (visible sur les bandes U-S), ainsi qu'à un affaiblissement sensible de l'éclairement, c'est-à-dire à l'approfondissement général des fonds. On peut vérifier d'ailleurs que le pourcentage des thalles diminue au fur et à mesure que la profondeur augmente et que l'on s'éloigne du sommet des plateaux; ce qui permet de rencontrer tous les intermédiaires possibles entre les sables proprement *phycogènes* et les sables à Bryozoaires.

On voit de plus combien les moindres variations des facteurs écologiques se marquent dans la composition des dépôts organogènes sous-jacents.

***Les sables organogènes à Bryozoaires de la Chille de Lavarelle.***

Les sables à Bryozoaires dragués sur le rebord même de la Chille (B. 452) possèdent les mêmes caractéristiques que les précédents (voir aussi B. 459, radiale B. 38, fig. 51). Cependant, sur les fonds plats, non rocheux, qui prolongent au N-E, le cap de Garde, j'ai pu relever quelques échantillons où les colonies de Bryozoaires représentent toujours la majeure partie des particules d'origine identifiable mais dont la texture et la composition sont très différentes (1). On peut prendre à titre d'exemple l'échantillon B. 460 (radiale B. 38).

Sa *texture* est tout d'abord notablement plus fine et surtout plus homogène :
— $x = 0{,}660$ mm;
— $\sigma = 0{,}75$ unités $\Phi$.

Sa courbe cumulative est plus analogue à celles des sables à Algues calcaires à proximité de la bordure littorale qu'à celles des autres sédiments organogènes de la plate-forme (voir fig. 49).

Il apparaît ainsi qu'une bonne partie du matériel recueilli en B. 460 a été remanié et classé, probablement sous l'effet d'un transport plus ou moins long.

La *composition* propre du sédiment le confirme d'ailleurs. En la comparant avec celle des autres sables à Bryozoaires :

| *Composition* | *B. 460* | *B. 484* |
|---|---|---|
| Débris bioclastiques | 65 % | 23 % |
| Algues calcaires | 3 % | 32 % |
| Bryozoaires | 6 % | 38 % |
| Lamellibranches | 2 % | 1 % |
| Gastéropodes | 2 % | 1 % |
| Echinodermes | + | + |
| Hexacoralliaires | + | 3 % |
| Brachiopodes | 1 % | + |
| Foraminifères | + | + |
| Terrigène grossier | 19 % | |
| Pélites | 1 % | |

on voit, en effet, que les débris bioclastiques forment à eux seuls 65 % du matériau tandis que les Bryozoaires n'en représentent que 5 %. De plus, les particules bioclastiques sont arrondies, polies et recou-

(1) Ce sont B. 4, B. 5, B. 453, B. 460.

Source : MNHN, Paris

vertes d'une patine rougeâtre d'hydroxyde de fer. Elles donnent au sédiment l'allure classique des *sables fauves* et leur formation, comme leur façonnement, n'est certainement pas actuelle.

Les colonies de Bryozoaires les plus fréquentes restent celles des grands Adéoniformes mais les Cellariidés (*Cellaria salicorniaides*) sont beaucoup plus communs et on peut rencontrer également des espèces plus franchement littorales comme *Margaretta cereoides*.

Parmi les coquilles, les valves ou les tests en bon état des espèces adaptées actuellement à ces niveaux (*Turritella communis, Digitaria digitaria, Pteromeris corbis*) voisinent avec les restes usés, épigénisés de formes littorales comme *Cardita calyculata, Cerithiopsis bilineata*, des *Rissoidae*...

La fraction terrigène grossière est faite de débris de roches cristallophylliennes : gneiss, micaschistes, quartz filoniens...

Par tous ces caractères, l'échantillon B. 460 a finalement plus d'affinités avec un quelconque sable à Bioclastique de la région constantinoise qu'avec les autres sables à Bryozoaires. De plus, comme dans tous les autres sédiments organogènes ou mixtes dragués à proximité de la bordure littorale, les apports côtiers actuels y sont très faibles pour ne pas dire négligeables. En *définitive*, les sables à Bryozoaires que l'on peut recueillir sur les surfaces planes et peu profondes de la Chille de Lavarelle ont dû se déposer en partie bien avant l'époque actuelle et ont depuis fait l'objet de remaniements, si ce n'est de transports importants. On peut même penser qu'une bonne part de leurs éléments a été plus ou moins émergée (lors de la dernière régression antéflandrienne) car les grains de quartz qui accompagnent les graviers de gneiss sont presque tous *ronds-mats*. D'autre part, en B. 453, à 4 ou 5 km à l'Ouest de B. 460, j'ai pu retrouver quelques débris de grès fins à ciment calcaire et à éléments nettement éolisés, semblables aux grès quaternaires décrits par J. HILLY à la côte.

Ainsi donc, si le substratum de la Chille de Lavarelle est sans doute de nature cristallophyllienne, il semble qu'à sa surface existe tout un matériel meuble (et peut-être encore cohérent) terrigène et organogène, éolisé, remanié, repris et refaçonné durant tout le Quaternaire récent pour aboutir finalement à la couvertnre sédimentaire actuelle.

### b) Les sédiments organogènes à Coquillier.

Leurs gisements doivent s'étendre sur des surfaces très restreintes car je n'ai pu en réunir que 2 échantillons :

B. 485 vers — 100 m, radiale B. 40
B. 509 vers — 95 m, radiale B. 42

Ces deux échantillons sont des *vases calcaires*; elles ont été draguées dans les petites dépressions situées en contrebas des surfaces accidentées du rebord continental (couvertes de sables organogènes à Bryozoaires) et à proximité des fonds de chenaux (tapissés de vases terrigènes) (voir plan III).

Leur *texture* est assez hétérogène puisqne la phase pélitique n'y dépasse pas 30 %, la teneur en argile oscillant entre 15 et 20 % (1). Mais le rapport des densités présentées par chacune des antres phases granulométriques ne présente pas de caractères particnliers.

Ce qui donne tant d'intérêt à l'étude de ces vases, c'est encore leur composition. Elle montre, en effet, qu'elles sont loin d'être des faciès de transition comme les sables à Algues calcaires du flanc des *platiers*.

L'analyse quantitative établit ainsi que seuls les débris bioclastiques jouent un rôle fondamental dans la constitution de la fraction calcaire, les Bryozoaires et les Algues calcaires demeurant *pratiquement inexistants* :

| | |
|---|---|
| Débris bioclastiqnes | 50 % |
| Algues calcaires | 1 % |
| Bryozoaires | 1 % |
| Lamellibranches | 6 % |
| Gastéropodes | 1 % |
| Echinodermes | 2 % |
| Hexacoralliaires | 1 % |
| Foraminifères | 5 % |
| Terrigène grossier | + |
| Pélites | 31 % |

(1) Ces teneurs m'ont été aimablement communiquées par L. LECLAIRE.

Source : MNHN, Paris

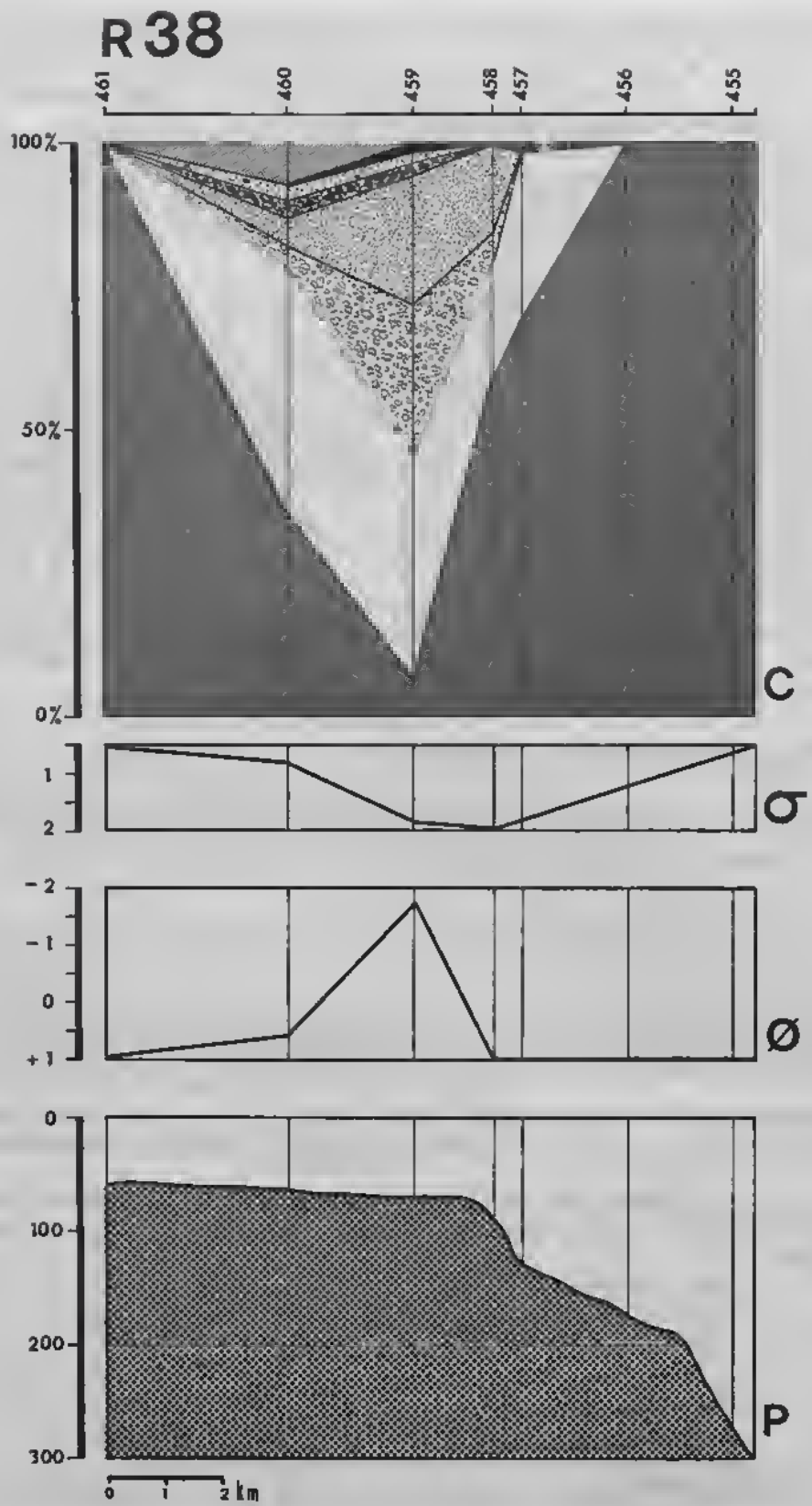



FIG. 51. — Radiale R. 38. En travers du rebord continental.

Source : MNHN, Paris

En ce qui concerne la nature même des accumulations, l'absence générale d'espèces *coralligènes* implique également qu'il n'y a pas (et qn'il n'y a pas eu) dispersion vers les dépressions périphériques de matériaux calcaires coralligènes ou bien même, simple envasement de ces derniers.

Le remaniement qui a affecté une grande partie des particules calcaires grossières de ces vases doit donc être bien antérieur à l'époque actuelle.

La nature de quelques coquilles montre d'autre part qu'il a dû se dérouler dans des conditions de milieu extrêmement différentes de celles qui caractérisent maintenant cette zone. En effet, j'ai pu reconnaître parmi les Gastéropodes un grand nombre d'espèces vraiment caractéristiques de biotopes très superficiels : *Rissoa auriscalpium, Rissoa violacea, Alvania montagui.* De plus, les grains de quartz qui ont été isolés dans les phases granulométriques grossières sont tous ronds-mats, nettement éolisés et comparables à ceux que L. LECLAIRE a signalé dans les chenaux de la plate-forme et qu'il assimile aux éléments des anciennes dunes de la côte (1968, p. 515).

*En définitive, les vases organogènes à coquillier résulteraient donc de l'envasement de matériaux calcaires d'origine littorale et non coralligène, tous ces matériaux s'étant déposés en contrebas des platiers de la plate-forme,* ce qui implique avec l'abondance des débris bioclastiques et des espèces infra-littorales, que les grands plateaux du golfe de Bône ont dû être, à une époque plus ancienne, couronnés d'herbiers et soumis à l'érosion marine. C'est ce que l'étude des autres sédiments organogènes du glacis continental va nous permettre de confirmer.

TABLEAU X

*Composition de quelques vases organo-terrigènes à Bryozoaires de Bône.*

| Echantillons n° | B. 2 | B. 451 | B. 458 | B. 488 | B. 489 | B. 508 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeurs en m. | – 120 | – 95 | – 100 | – 125 | – 150 | – 100 |
| Phase granulométrique grossière | 33 % | 47 % | 41 % | 33 % | 27 % | 42 % |
| Phase granulométrique moyenne | 24 % | 27 % | 24 % | 26 % | 38 % | 24 % |
| Phase pélitique et fine | 43 % | 36 % | 35 % | 41 % | 35 % | 34 % |
| Débris Bioclastiques | 40 % | 35 % | 43 % | 45 % | 42 % | 25 % |
| Algues calcaires | | 3 % | 4 % | 1 % | | |
| Bryozoaires | 8 % | 26 % | 17 % | 17 % | 12 % | 32 % |
| Lamellibranches | 4 % | 1 % | + | 3 % | 3 % | 2 % |
| Gastéropodes | 2 % | + | + | + | 1 % | 1 % |
| Echinodermes | + | + | | 3 % | + | + |
| Hexacoralliaires | 1 % | + | | 2 % | | |
| Foraminifères | 4 % | 4 % | 4 % | 7 % | 8 % | 4 % |
| Brachiopodes | + | + | | + | + | |
| Divers | 1 % | 1 % | 1 % | 2 % | 1 % | 1 % |

**c) Les sédiments organo-terrigènes à Bryozoaires.**

Ils recouvrent à peu près toute la surface du glacis continental de — 100 m à — 150 m et assurent la transition entre les sables à Bryozoaires du rebord et les sédiments mixtes à Foraminifères de la pente continentale (voir plan III). 6 échantillons prélevés à intervalles réguliers depuis le méridien du cap de Garde jusqu'à celui du cap Rose montrent que ce sont tous des vases à texture hétérogène (1).

Leur fraction pélitique est un peu plus importante que celle des vases à coquillier : de 35 % à 45 % du sédiment; mais les particules sableuses grossières représentent néanmoins de 30 à 47 % du matériau. D'après quelques observations au Microscope Electronique Stéréoscan, les argiles constitueraient au moins 20 % de ces vases, et les débris siliceux fins et pélitiques 10 %. Suivant la prédominance de l'une ou l'autre des trois fractions fondamentales (silice, argiles, calcaire) L. LECLAIRE

(1) Une analyse texturale détaillée de ces vases est donnée dans le mémoire de L. LECLAIRE.

Source : MNHN, Paris

a classé les 6 échantillons en vases calcaréo-siliceuses, vases calcaréo-argileuses ou plus simplement vases calcaires. Quoi qu'il en soit, les proportions de débris organogènes que j'ai triées oscillent toujours entre 50 % et 70 %, c'est-à-dire que ces sédiments sont donc tous des *vases organo-terrigènes.*

TABLEAU XI

*Les accumulations organogènes des vases mixtes à Bryozoaires de Bône*

| Echantillons n° | B. 2 | B. 451 | B. 458 | B. 488 | B. 489 | B. 508 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GROUPE I | | | | | | |
| *Adeonellopsis distoma* | | | | 1 | 3 | |
| *Cupuladria canariensis* | 1 | | | 1 | 1 | |
| *Cellaria sinuosa* | 5 | 5 | 9 | | 12 | 1 |
| *Cellaria salicornioides* | 7 | | 4 | 7 | 21 | 2 |
| *Palmicellaria elegans* | 2 | | | 1 | 7 | |
| *Bathyarca pectunculoides* | 11 | 3 | 5 | 3 | 12 | 3 |
| *Digitaria digitaria* | | 2 | 1 | 5 | | |
| *Nuculana deltoidea* | 6 | 1 | 3 | 3 | 3 | |
| *Timoclea ovata* | 3 | 3 | 3 | 2 | | 3 |
| *Similipecten similis* | 3 | 7 | 1 | 1 | 9 | 2 |
| *Parvicardium nodosum* | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| *Retusa semisulcata* | | 2 | 2 | | | 2 |
| *Ringicula conformis* | 1 | | | | | 1 |
| *Philine catena* | 1 | | | | | 1 |
| GROUPE II | | | | | | |
| *Porella cervicornis* | 6 | 7 | 4 | | 1 | 9 |
| *Adeonella calveti* | 7 | 13 | 13 | 3 | 5 | 5 |
| *Myriapora truncata* | 1 | 1 | | | | |
| *Acar pulchella* | 1 | 3 | 3 | | 1 | 2 |
| *Pteromeris corbis* | | 3 | | | 2 | 2 |
| *Striarca lactea* | | 2 | 2 | | 3 | 1 |
| GROUPE III | | | | | | |
| *Margaretta cereoides* | | 1 | | | | |
| *Schismopora tubigera* | 4 | 1 | 10 | | | |
| *Glanz trapezia* | 2 | | 1 | 1 | 1 | |
| *Cardita calyculata* | | | 1 | | | |
| *Venus casina* | 1 | | 1 | | | 1 |
| *Alvania cimex* | 2 | 4 | | | | |
| *Gibberula miliaria* | 1 | 1 | 1 | | 4 | 3 |
| *Chauvetia minima* | 1 | | | | | 1 |
| *Bittium reticulatum* | 3 | 6 | 6 | | | 3 |
| *Astraea rugosa* | | 1 | 1 | | | |

N. B. — Les chiffres portés sur le tableau représentent le nombre de spécimens isolés pour 100 débris de la même fraction.

Source : MNHN, Paris

*Leur composition* est assez variable bien que les débris bioclastiques et les Bryozoaires en soient les seuls constituants principaux. On peut ainsi remarquer (voir tableau 10), que plus l'on s'éloigne du rebord, plus la proportion des colonies diminue et plus celle des Foraminifères augmente, les autres fractions ne présentant pas de modifications bien nettes. D'autre part, les Gastéropodes et les Brachiopodes sont bien moins nombreux que dans les sables organogènes à Bryozoaires de la plate-forme et les débris de thalles calcaires ne sont présents que dans les échantillons les moins profonds.

Toutes ces observations indiquent à première vue que les sédiments mixtes à Bryozoaires résulteraient de l'envasement actuel d'anciens sables à Bryozoaires suivant le schéma habituel. Mais la nature même des diverses fractions calcaires ainsi que l'importance inusitée de la fraction terrigène montrent que la formation de ces vases n'est pas aussi simple.

En effet, l'analyse systématique des accumulations de Bivalves, de Bryozoaires et de Gastéropodes révèle un mélange hétéroclite de formes dont les caractéristiques écologiques sont très variées et dont une partie seulement peut provenir des biocénoses coralligènes.

En regroupant les espèces à exigences écologiques bien marquées, on peut ainsi distinguer trois grands groupes (voir tableau XI) :

— le plus fourni et le plus varié (Groupe I) rassemble les restes des biocénoses qui doivent être installées actuellement sur ces fonds, c'est-à-dire des formes *mixticoles* ou relativement sténohalines (à remarquer d'ailleurs que le nombre de ces dernières augmente avec la profondeur). Toutes ces formes sont en bon état et quelques-unes étaient vivantes à la remontée de la drague.

— le second groupe par importance (Groupe II) renferme des débris usés, encroûtés ou épigénisés d'origine très nettement coralligène. Les espèces sont moins nombreuses, ce qui est normal.

— le dernier groupe (Groupe III), de loin le plus réduit, réunit des fragments morts et également épigénisés mais provenant de biocénoses très superficielles adaptées aux fonds très littoraux, battus par les courants (glacis d'herbiers, roches infra-littorales...).

Quant aux particules siliceuses, ce sont en majeure partie des grains de quartz ronds-mats, ou émoussés-luisants, associés au même cortège minéralogique que renferment les dunes côtières anciennes et que nous avons déjà signalés dans les vases à coquillier.

Comme on ne peut retenir l'hypothèse que ces grains de quartz et les particules des groupes II et III aient pu être mis en place après un long transport (c'est-à-dire depuis le rivage actuel) il faut, pour interpréter la formation des vases mixtes à Bryozoaires du glacis continental, adopter le schéma suivant :

— Les plateaux de l'actuelle plate-forme ont dû, à une époque plus ancienne, être recouverts d'une très faible épaisseur d'eau (moins de 20 m) et supporter des herbiers avec faunes et flores superficielles. Des chenaux se sont creusés comme ceux que l'on observe dans les herbiers actuels (peut-être même existaient-ils auparavant lorsque les *platiers* étaient des dunes littorales ?) et dans leur fond se sont accumulés des débris bioclastiques arrachés au mince manteau recouvrant les rhyzomes des Posidonies. Ces débris ont été repris, usés, par les courants de houle et sont devenus semblables à ceux que nous avons décrits dans les herbiers actuels. Sur les glacis de ces plateaux se sont déposés en même temps des matériaux fins arrachés aux herbiers et au substratum dur c'est-à-dire des grains de quartz, des petits minéraux, des débris bioclastiques. Quelques coquilles littorales intactes ont pu y être mêlées et aussi toutes celles des formes adaptées à ces zones agitées (*Venus casina*, *Schismopora tubigera*...)

— Puis le niveau marin est remonté et l'érosion marine des plateaux s'est arrêtée. En même temps, l'éclairement et l'agitation au fond ont progressivement diminué et les biocénoses superficielles ont été remplacées. Des biocénoses précoralligènes ont dû tout d'abord s'installer sur l'ancien glacis des plateaux littoraux, mais sans doute pour peu de temps car il n'en est rien resté d'identifiable. Des biocénoses coralligènes les ont suivies dont les restes organogènes forment le groupe II. Le remaniement des dépôts antérieurs s'est poursuivi en même temps.

— Mais avant que la masse des accumulations coralligènes ait réussi à enfouir complètement les sédiments superficiels précédents, les conditions écologiques se sont encore modifiées, c'est-à-dire que l'épaisseur d'eau a dû encore augmenter et les biocénoses coralligènes se sont retranchées sur les plateaux eux-mêmes.

— Des apports pélitiques ont alors envahi les chenaux et les zones déprimées du glacis continental; concurremment de nouvelles associations de faunes ont fait leur apparition (celles qui ont abandonné les débris du groupe I) et les Mélobésiées ont disparu.

Source : MNHN, Paris

Ce dernier stade correspond à peu près à l'état actuel de la sédimentation dans le secteur.

Comme aucune forme pliocène ou quaternaire ancienne n'a été retrouvée intacte dans tout ce matériel organogène et comme on sait que la dernière régression a vu le niveau zéro de la mer s'abaisser d'au moins 100 m, on peut fixer le début de cette évolution au commencement de la transgression flandrienne. L'origine dunaire et par conséquent sub-aérienne des *platiers* paraît confirmée du même coup et la régularité du glacis continental s'explique : *c'est un ancien talus d'accumulation littoral.*

d) Les sédiments organo-terrigènes à Foraminifères.

Situés en contrebas des sédiments mixtes à Bryozoaires, ils assurent comme partout ailleurs sur le précontinent algérien la transition avec les vases ou les boues terrigènes de la plaine abyssale (1) ; la pente continentale bônoise ayant une très faible déclivité, leurs gisements sont beaucoup plus étendus que partout ailleurs.

*Du point de vue texture*, ce sont également des vases qui ne se distinguent des précédentes que par une faible diminution du nombre des particules grossières au profit d'ailleurs de la phese granulométrique moyenne, la pbase pélitiqne conservent des proportions constantes (35 % au total avec 20 % d'argiles).

Les *compositions* sont cependant très différentes non seulement par l'angmentation de la fraction *Foraminifères* (10 % au moins) mais surtout par la disparition rapide des colonies de Bryozoaires et des coquilles de Mollnsques. De plus, le fraction détritique grossière et moyenne a aussi disparu et seuls des moules glauconieux forment les résidus d'attaque à l'acide.

En fait, la majorité des particules sablenses calcaires est très usée et la fraction bioclastique représente 80 % du stock grossier. Comme dans les vases organogènes à Foraminifères d'Aïn Barbar, tous les restes d'origine coralligène ou littorale manquent complètement et seuls les tests ou squelettes des espèces actuellement vivantes sur ces fonds penvent être reconnus.

Dans un échantillon (2), la proportion des particules terrigènes s'abaisse au-dessous de 25 % et on passe ainsi à une vase purement organogène. En réalité, sédiments organogènes et mixtes à Foraminifères sont très voisins comme texture, composition et mode de formation et *tous résultent ici aussi de l'envasement d'anciens sables mis en place à une époque et sous un régime également indiscernables.*

## B — LA PLATE-FORME PRÉCONTINENTALE DE TABARCA

A l'Est du plateau du cap Rose qui prolonge sous la mer le promontoire du même nom, la marge continentale algérienne s'évase très largement et perd son allure habituelle. De toutes les unités morpbologiques bien individualisées, jusqu'à présent, seule la bordure littorale conserve encore jusqu'à — 40 m une identité bien marquée, la plate-forme continentale passant sans brusques inflexions de pente à le marge continentale qui prend ensuite une très large ampleur. L'isobathe — 2 000 m s'éloigne très au Nord et tout un système de vallées, de chenaux d'à peine 200 m, séparent la bordure continentale des blocs péri-insulaires (Banc Lesec, Archipel de la Galite).

La marge continentale algérienne passe ainsi insensiblement à la zone ou plate-forme précontinentale algéro-tunisienne où on peut grossièrement distinguer deux grands secteurs :

— ***le plateau de Tabarca-La Calle*** qui englobe tous les fonds sous-marins compris entre 0 m et — 200 m du Cap Rose à Tabarca, y compris le banc Lesec.

— ***le plateau de La Galite*** formé par tous les fonds de — 100 m avoisinant les écueils et les îles de l'archipel.

(1) Echantillons : B. 31, B. 58, B. 71, B. 456, B. 457, B. 493, B. 494, B. 72.
(2) B. 493 (radiale B. 41) voir fig. n° 53.

Source : MNHN, Paris

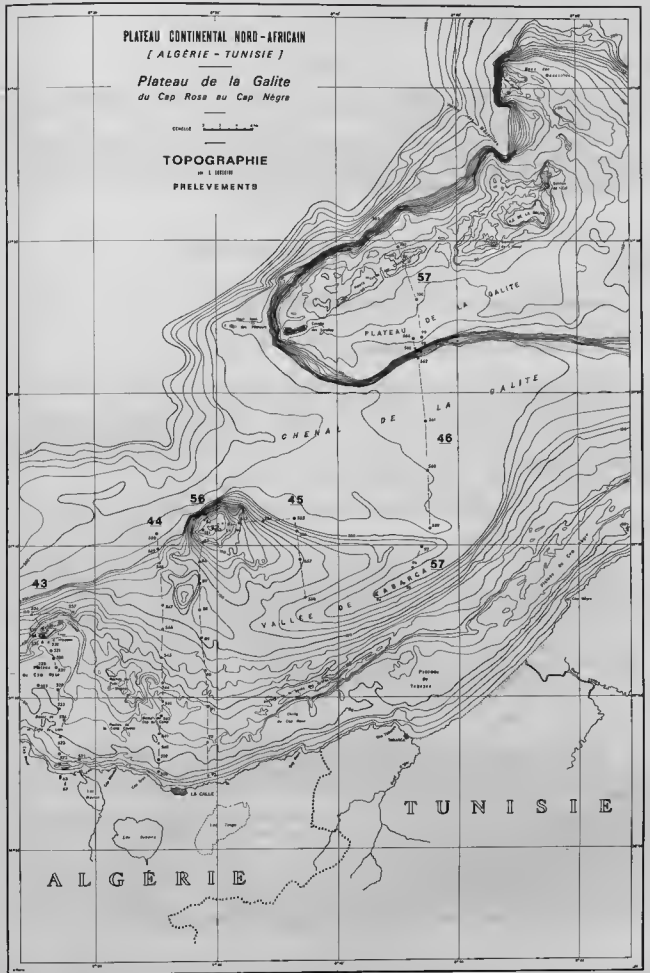



Fig. 52. — Carte de localisation de prélèvements dans la région de La Calle-Tabarca.

Source : MNHN, Paris

La morphologie détaillée de toute cette zone de même que la répartition des prélèvements que nous avons pu en ramener (65 au total) sont représentées sur la dernière des 10 feuilles de la couverture réalisée par L. Leclaire (voir fig. 52).

La couverture meuble des fonds situés au-delà de Tabarca n'ayant pu être explorée, l'esquisse de répartition des faciès organogènes présentée sur le plan IV est malheureusement limitée à la portion Ouest de toute cette région. On peut certes estimer sans trop se tromper que la disposition des faciès est la même au-delà de Tabarca, mais il reste néanmoins à le vérifier.

## 1 — LE PLATEAU DE TABARCA-LA CALLE

### a — MORPHOLOGIE DES FONDS ET COUVERTURE SÉDIMENTAIRE.

#### 1) La bordure de La Calle à Tabarca.

D'une façon générale, les fonds marins de tout ce secteur présentent la même morphologie et la même couverture sédimentaire que ceux du golfe de Bône (voir plan IV).

La bordure littorale prolongeant la côte de La Calle est ainsi tapissée de sables terrigènes plus ou moins fins, passant vers le large, c'est-à-dire dès la plate-forme, à des vases terrigènes installées entre les *platiers*. Ces *platiers*, où la roche affleure sous un épais manteau animal et végétal et sur lesquels les barques de La Calle allaient pêcher le corail rouge du XVII[e] au XIX[e] siècle (E. Marec, 1928), forment à peu près 3 grands ensembles de fonds durs et en relief :

— le **plateau du Cap Rose;**

— les **Roches de La Calle Cavelle, du Cap au Camp et du Petit Stagnon** regroupées devant les caps Maxima et Gros;

— le **plateau de Tabarca** (s.s.) beaucoup plus étendu et débutant par la Chille du cap Roux.

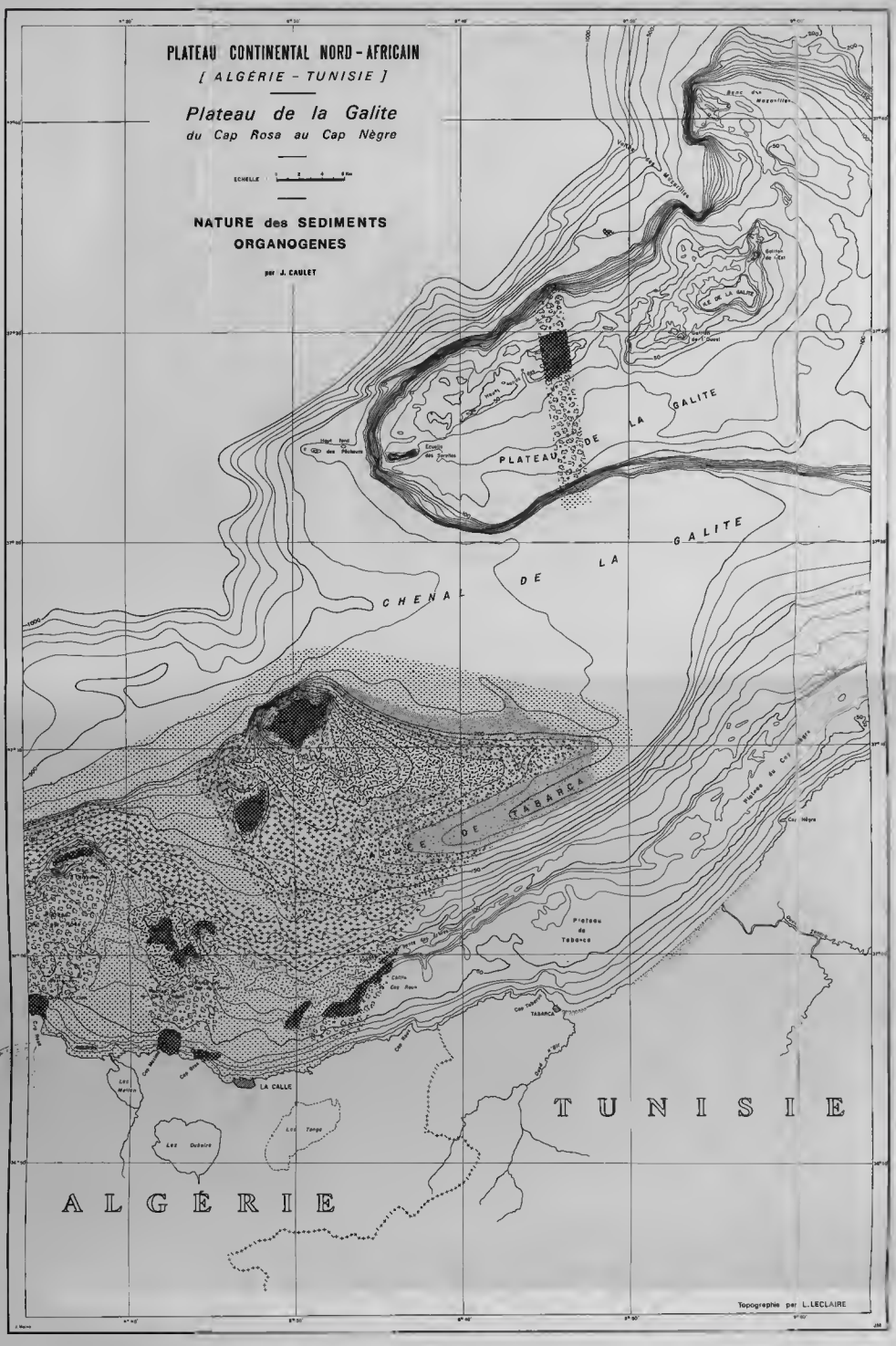
On n'a pu relever de fragments rocheux intacts sur ces bancs en raison de l'épaisseur des dépôts organogènes mais on peut penser sans trop se tromper qu'ils sont entaillés dans les grès numidiens de Kroumirie et qu'ils supportent des formations meubles ou consolidées d'époque quaternaire. A leur sommet les dragues raclent des sables très grossiers à Algues calcaires, mais dès — 70 m et jusqu'à — 100 m environ, ce sont des sables à Bryozoaires qui recouvrent les surfaces et les dépressions rocheuses. Entre les *platiers*, les fonds descendent plus régulièrement et sont tapissés de vases à Bryozoaires vers — 70 m à — 90 m. Plus bas, sur le glacis de cette plate-forme qui garde une allure relativement tourmentée, des vases organo-terrigènes assurent entre — 130 m et — 140 m la liaison avec les vases à Foraminifères et plus loin encore les boues profondes.

#### 2) Le banc Lesec.

Séparés de la bordure continentale, au Nord de la Calle, par un simple à-plat situé de — 150 m à — 160 m, deux hauts-fonds d'importance très inégale (l'un culmine à — 110 m, l'autre vers — 40 m) constituent un ensemble de surfaces rocheuses entourées par toute une auréole de sables puis de vases calcaires : les hauts-fonds du banc Lesec.

Sur le plus haut sommet (le banc Lesec proprement dit) les dragues ont raclé des Algues calcaires *saxicoles*, des Squamariacées, des Gastéropodes et des fragments de roches granitoïdes, ce qui semblerait confirmer que toutes ces hauteurs ont un socle cristallin. Tout autour de ces pointements, des sables à Algues calcaires s'étendent jusque vers — 100 m pour céder ensuite la place jusque vers — 150 m à des sables à Bryozoaires. Tous les faciès organogènes prennent une grande extension vers l'Est, sur l'épaulement très allongé que présentent les fonds marins en direction de la vallée de Tabarca. Par contraste, les rebords Nord et Ouest du banc sont très abrupts, ce qui, entre autres, a amené J. Boucart et L. Glangeaud (1954) à interpréter le Chenal de la Galite comme un fossé d'effondrement.

Source : MNHN, Paris




## LEGENDE

### NATURE des SEDIMENTS ORGANOGENES

- Sables organogènes à algues calcaires
- Vases organogènes à algues calcaires
- Sables organogènes à bryozoaires
- Vases organogènes à bryozoaires
- Sables organogènes à coquilles
- Vases organogènes à coquilles
- Sables organogènes à foraminifères
- Vases organogènes à foraminifères
- Sables organogènes à bioclastique
- Vases organogènes à bioclastique

### NATURE des SEDIMENTS ORGANO-TERRIGENES

- Sables organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à bryozoaires
- Sables organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à coquilles
- Vases organo-terrigènes à foraminifères

### DIVERS

- Sédiments terrigènes
- Affleurements du substratum rocheux
- Isobathes

Source : IMAGE / Paris

Vers les zones plus déprimées de la vallée de Tabarca, les vases apparaissent seulement à la profondeur de — 150 m, soit 50 m plus bas que devant la côte. Une petite tache de vases organo-terrigènes à Bryozoaires s'étend ainsi entre la plus petite des hauteurs (qui n'a pas de nom) et le banc Lesec, puis des vases organogènes à Foraminifères encerclent toutes les lignes de hauteurs et passent vers le fond de la vallée de Tabarca, ainsi qu'au Nord vers l'isobathe — 200, à des vases mixtes toujours à Foraminifères mais avec une forte teneur en pélites et argiles. Toutes les surfaces planes du Chenal de La Galite supportent enfin une couverture très particulière de boues terrigènes riches en calcaire.

## b — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES.

### Les sables et graviers à Algues calcaires.

Ils se présentent sous les deux faciès principaux déjà rencontrés dans le golfe de Bône.

Entre — 50 m et — 60 m, ce sont des sables relativement bien classés ($\sigma < 1$ unité $\Phi$) riches en débris bioclastiques et Algues mortes, que l'on peut ranger dans la catégorie des *sables fauves*.

De — 60 m à — 70 m, toujours à la surface des *platiers*, ce sont des sables très grossiers, graveleux, hétérogènes, avec de nombreux oncolithes de Mélobésiées crustacées bien vivantes ainsi qu'un fort pourcentage en Bryozoaires s'élevant d'ailleurs au fur et à mesure que la profondeur s'accroit. A cet égard, la radiale B. 43 est tout à fait significative. Les sables à Algues calcaires du banc Lesec se rangent dans cette dernière catégorie, leurs textures et leurs compositions étant à peu près semblables, moins une très légère teneur (1 à 3 %) en débris terrigènes grossiers.

### Les sables et graviers organogènes à Bryozoaires.

Suivant leur répartition et leur composition, on peut également les scinder en deux groupes :

— ***Les Sédiments de La Calle-Tabarca :*** Ils s'accumulent tout autour des *platiers* rocheux de la bordure pré-littorale, vers les niveaux plus profonds où les substrats durs ne sont pas encore ennoyés sous les apports pélitiques et ils présentent la même composition et la même texture que leurs homologues bônois. Ils sont cependant beaucoup plus riches en Bryozoaires puisque le taux record s'élève à 76 % en B. 544 (radiale B. 44). Mais ici aussi les grandes colonies Adéoniformes sont les plus fréquentes et la formation de tous ces matériaux est sans conteste actuelle et d'origine coralligène.

Les sables à Bryozoaires peu profonds (1) qui s'étagent au-dessous des sables à Algues du banc Lesec ne présentent pas de caractéristiques différentes, mais il n'en va pas de même en ce qui concerne ceux que l'on rencontre sur l'épaulement Est.

— ***Les Sédiments profonds du Banc Lesec*** sont, en effet, beaucoup plus riches en particules de taille moyenne (de 25 % à 60 %) et leurs diamètres moyens sont par conséquent beaucoup plus fins ($0{,}800 < x < 1{,}000$ mm) tandis que leurs écarts-types deviennent plus petits ($\sigma < 1$ unité $\Phi$).

Leurs compositions montrent d'autre part que les accumulations de colonies sont nettement plus réduites que dans les sédiments précédents (moins de 20 %) tandis que les débris bioclastiques prédominent de loin (50 % au moins). En ce qui concerne les autres fractions, les Algues calcaires sont très peu nombreuses et uniquement représentées par des fragments morts et épigénisés; les Foraminifères par contre prennent une plus grande part à l'édification du matériau (de 5 % à 9 %).

Toutes ces observations montrent, en définitive, qu'une bonne partie des particules triées dans ces sables profonds a été longuement remaniée et qu'en tout cas, les apports organogènes actuels sont très faibles par rapport à ceux que l'on rencontre dans les autres sables à Bryozoaires. On peut en déduire, sans trop se tromper, que *ces sables profonds se sont déposés pour une bonne part bien avant la période actuelle*, mais aucun fossile, ou aucune forme écologiquement « déplacée », n'ayant pu être retrouvé, il n'est pas possible pour l'instant de savoir quand, ni surtout de retracer l'évolution subie depuis lors.

(1) B. 86 et B. 87 (radiale B. 56).



Source : MNHN, Paris

**Les vases organogènes à Bryozoaires.**

Elles occupent les dépressions de la plate-forme qui séparent les trois grands ensembles de *platiers*. Les rares indications que j'ai pu obtenir sur leur texture (B. 91, radiale B. 56) montrent que ce sont des sables grossiers envasés : il n'y a pas en effet de phase granulométrique fine et seules des argiles constituent la phase pélitique (20 %).

La composition est d'ailleurs très significative : les débris bioclastiques ne représentent en effet que 30 % de l'échantillon contre 16 % pour les Bryozoaires et 14 % pour les Algues calcaires. La présence de ces Mélobésiées encroûtantes implique que le stock sableux se soit nécessairement mis en place avant le dépôt des particules pélitiques terrigènes et cela est pleinement confirmé par la nature des fractions *Bryozoaires* et *Coquillier* : toutes les colonies et les valves sont issues d'espèces *coralligènes*.

Ainsi comme on l'a déjà vu un peu partout, *les vases à Bryozoaires de la région de La Calle sont des sables à Bryozoaires envasés et leur existence apporte une preuve supplémentaire de la généralisation et de la jeunesse de l'envasement du précontinent algérien.*

Le stock sableux de ces vases n'a pu en effet se déposer que sous une épaisseur d'eau équivalente à celle qui les recouvre aujourd'hui et sa composition n'a rien de commun avec celle des vases mixtes de la pente. La fraction terrigène grossière qui est si importante dans ces dernières fait ici complètement défaut. Il est intéressant par ailleurs de noter la similitude de ces vases avec celles que nous avons déjà décrites dans la Baie des Jeunes Filles.

**Les vases organogènes à Foraminifères.**

Ce sont avec les sédiments organogènes à Algues calcaires et à Bryozoaires, les seuls faciès que j'ai pu rencontrer sur la plate-forme de Tabarca (1).

Elles prennent sur les pentes profondes de ce plateau une plus large extension que partout ailleurs dans la région constantinoise et comme elles ne sont également étendues que vers Nemours, on peut dire qu'elles sont caractéristiques des zones frontières de la marge continentale algérienne. D'une façon générale, elles présentent beaucoup d'analogies avec les vases à Foraminifères d'Oranie.

Leur *texture* est en effet équivalente, la teneur en particules sableuses demeurant toujours importante et la proportion de pélites avoisinant toujours 20 %.

Leur *composition* est également identique. Il n'est pour cela que de comparer les compositions de B. 549 et de O. 97 :

| *Composition* | *B. 549* | *O. 97* |
|---|---|---|
| Débris bioclastiques | 48 % | 48 % |
| Algues calcaires | + | |
| Bryozoaires | + | + |
| Lamellibranches | 2 % | 1 % |
| Gastéropodes | + | 1 % |
| Echinodermes | + | + |
| Foraminifères | 19 % | 18 % |
| Moules glauconieux | 9 % | 8 % |
| Pélites | 21 % | 22 % |

La nature même des restes organiques accumulés est enfin inchangée et de même la fraction *Insoluble* est faite de moules glauconieux (surtout de Foraminifères).

Ainsi, les vases organogènes à Foraminifères de La Calle-Tabarca apparaissent-elles comme d'*anciens sables ensevelis sous des apports terrigènes et planctoniques récents*, c'est-à-dire comme des faciès de transition entre les sables grossiers de la plate-forme et les vases mixtes puis les dépôts argileux du large.

Peut-être est-ce à ce caractère transitoire qu'elles doivent de n'être étendues que sur les zones péri-continentales, là où les limites entre les domaines de la plate-forme et de la pente continentale sont largement imprécises ?

(1) B. 89, B. 548, B. 549, B. 555.

Source : MNHN, Paris

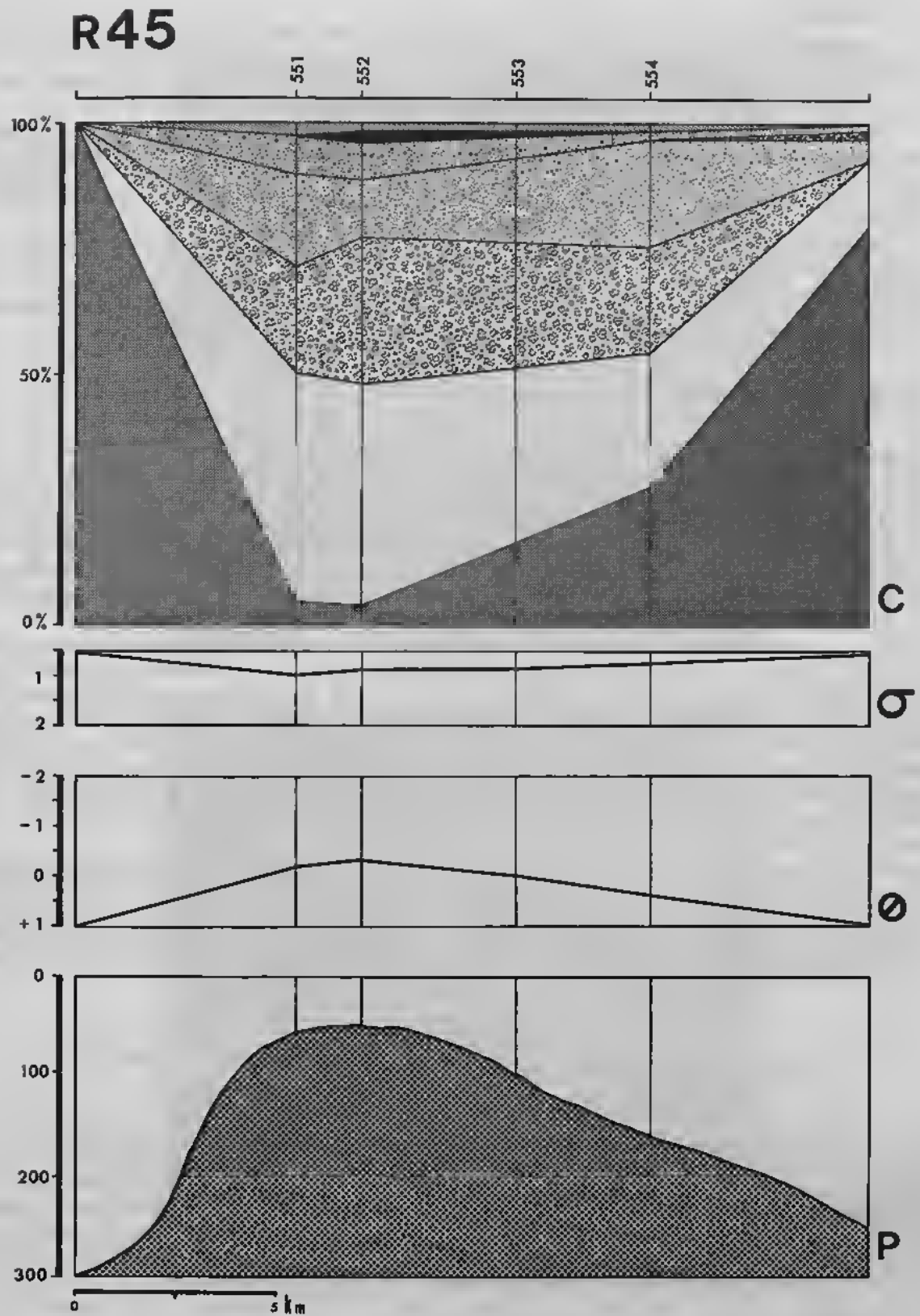



FIG. 53. — Radiale R. 45. En travers du banc Lesec.

Source : MNHN, Paris

*Remarques :*

L'examen détaillé des phases pélitiques de ces vases (aussi bien celles d'Oran que celles de La Calle) permet de faire quelques remarques intéressantes sur la composition du calcaire fin.

Il faut tout d'abord dire que son importance réelle est très faible, quasiment négligeable, puisque le pourcentage estimé oscille entre 1 % et 2 % de l'échantillon global.

Pour ce qui est de sa nature même, quelques observations au Microscope électronique à balayage montrent qu'en général, ce sont de très petits fragments d'origine incertaine et de petits rhombes de calcite qui en forment l'essentiel, les nannoorganismes étant par contre peu nombreux (15 à 20 % de cette phase calcaire fine). Les vases du Banc Lesec sont, toutes proportions gardées, un peu plus riches en Coccolithes que celles d'Oran, mais sans qu'on puisse savoir pourquoi.

De toute façon, on ne peut dire que ce sont les Coccolithes qui constituent la majeure partie de ce calcaire fin comme pourraient le laisser supposer les déductions de F. Bernard (1953). Il est même frappant de constater, comme nous allons le voir, que ce sont les vases mixtes voisines, bien plus riches en argiles, qui renferment plus de Coccolithes, alors que toutes les conditions de milieu sont finalement à peu près semblables.

### c — LES SÉDIMENTS ORGANO-TERRIGÈNES.

Apparemment moins diversifiés que dans le golfe de Bône, ils sont seulement représentés dans notre échantillonnage par des vases à Bryozoaires ou à Foraminifères. Les vases mixtes à Bioclastique de la zone pré-littorale n'ont pas été retrouvées. Comme la plupart des autres sédiments de la région de La Calle-Tabarca, ces vases mixtes sont semblables sous tous rapports (texture, composition, mode de formation) à celles que nous avons déjà vues dans le golfe de Bône. Les vases mixtes à Bryozoaires renferment ainsi le même mélange de débris organiques d'origine variée et ancienne; les vases mixtes à Foraminifères, de leur côté, sont plus simplement des vases organogènes enrichies en pélites (30 % au lieu de 20 %).

Comme nous l'avons déjà souligné, ces vases mixtes à Foraminifères possèdent comme seule caractéristique particulière d'avoir une teneur en Coccolithes relativement élevée, plus forte en tout cas que dans tous les autres sédiments calcaires que nous avons pu examiner jusqu'à présent. Bien qu'aucune mesure précise n'ait été effectuée, il semble pourtant que cette teneur ne doit cependant pas dépasser 5 % dans le meilleur des cas. La plupart des Coccolithes que l'on y rencontre, provient des espèces vivant actuellement dans le plancton (voir planche V) ; mais quelques formes partiellement recristallisées peuvent être isolées ainsi que des *Discoaster* et des *Rhombaster* (voir planche VI) semblables à ceux que Mme M. Clocchiatti (sous presse), a observés dans les formations Mio-pliocènes d'Afrique du Nord.

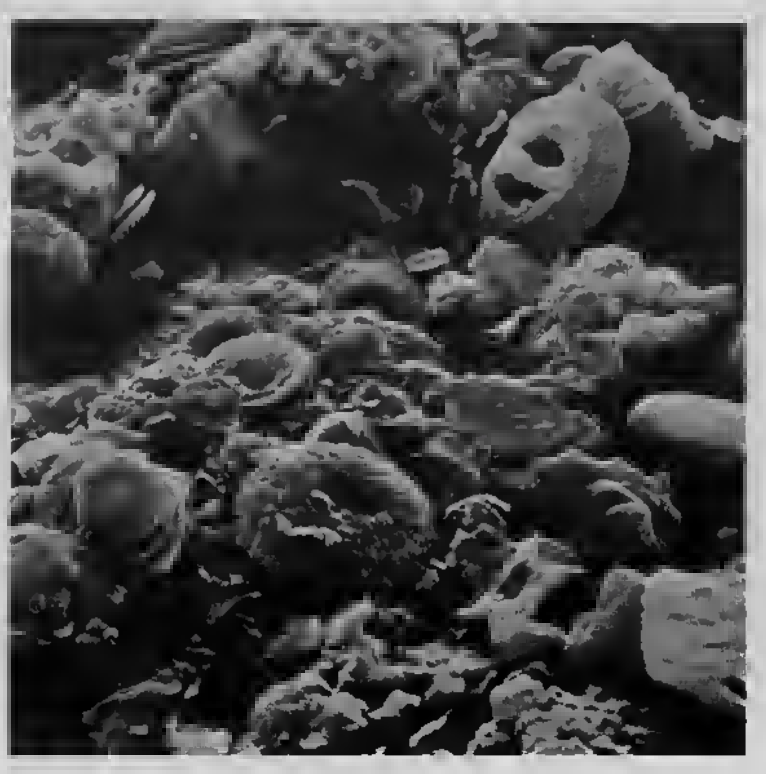
Hormis les Coccolithes, de nombreux fragments de nature inconnue et beaucoup de rhombes de calcite dont rien n'indique sûrement la provenance, constituent la majeure part de cette phase calcaire fine. La présence de formes éteintes et le nombre des débris incline à penser qu'une très forte proportion de ce calcaire est d'origine ancienne et se comporte un peu comme la fraction terrigène mais aucun argument nouveau ne permet ici d'en reconnaître les sources et d'en retracer la formation.

## 2 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES DU PLATEAU DE LA GALITE

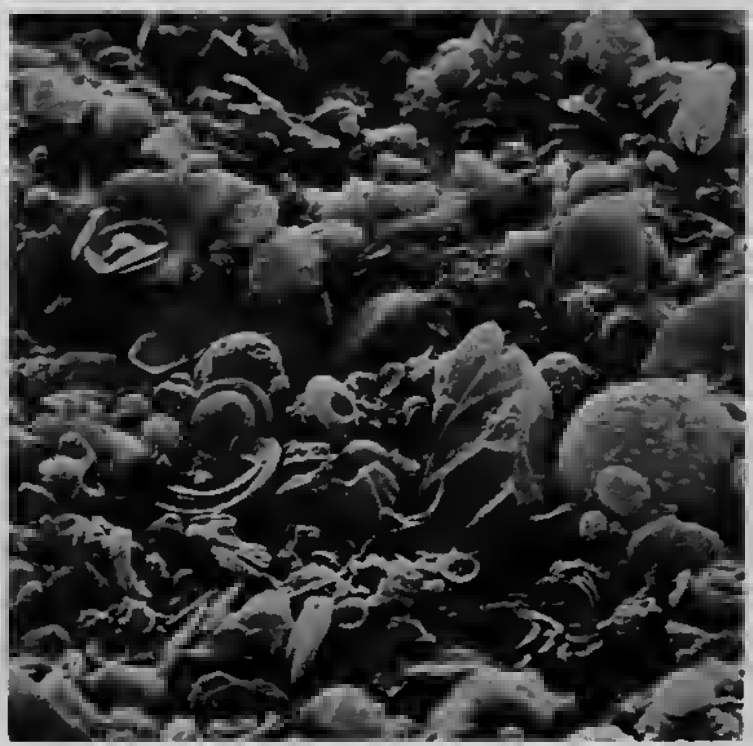
En raison du très petit nombre de dragages réalisés dans ce secteur, les observations présentées dans ce paragraphe seront extrêmement succintes et ne pourront en aucun cas être considérées comme significatives de l'ensemble du plateau. Elles caractérisent essentiellement les fonds voisins du Haut-Fond des Charbonniers entre l'Ecueil des Sorelles à l'Ouest et l'Ile de la Galite à l'Est. Une description d'ensemble de la morphologie et de la structure de ce plateau étant donnée dans le mémoire de L. Leclaire, auquel on voudra bien se reporter pour plus de détails, il sera seulement fait état ici de la nature des sédiments récoltés qui sont tous organogènes.

Si les dragages effectués dès 1923 par le « *Pourquoi-Pas ?* » (L. Dangeard et M. Solignac, 1924) ont apporté des précisions sur la nature du substratum rocheux, bien peu d'indications existent en effet sur la composition des sédiments qui le recouvrent.

Source : MNHN, Paris



B. 144 (× 5 500) ;



B. 192 (× 2 200).



Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

FIG. 1. — × 5 500.

FIG. 3. — × 11 000.

FIG. 2. — × 5 500.

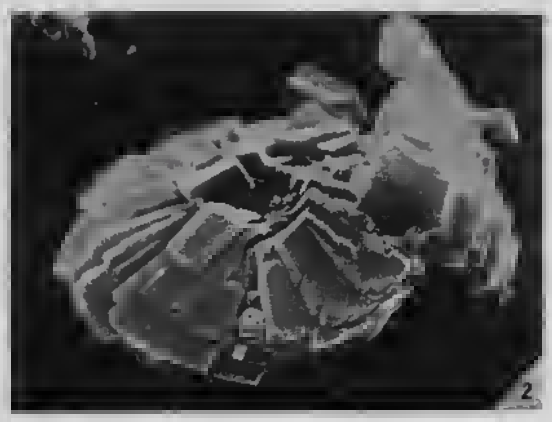


FIG. 1, 2, 3. — Coccolithes partiellement épigénisés, échantillon B. 555, B. 558 (La Calle).

(× 5 000).

FIG. 4. — *Discoaster* sp.
(forme de l'Eocène-Oligocène)

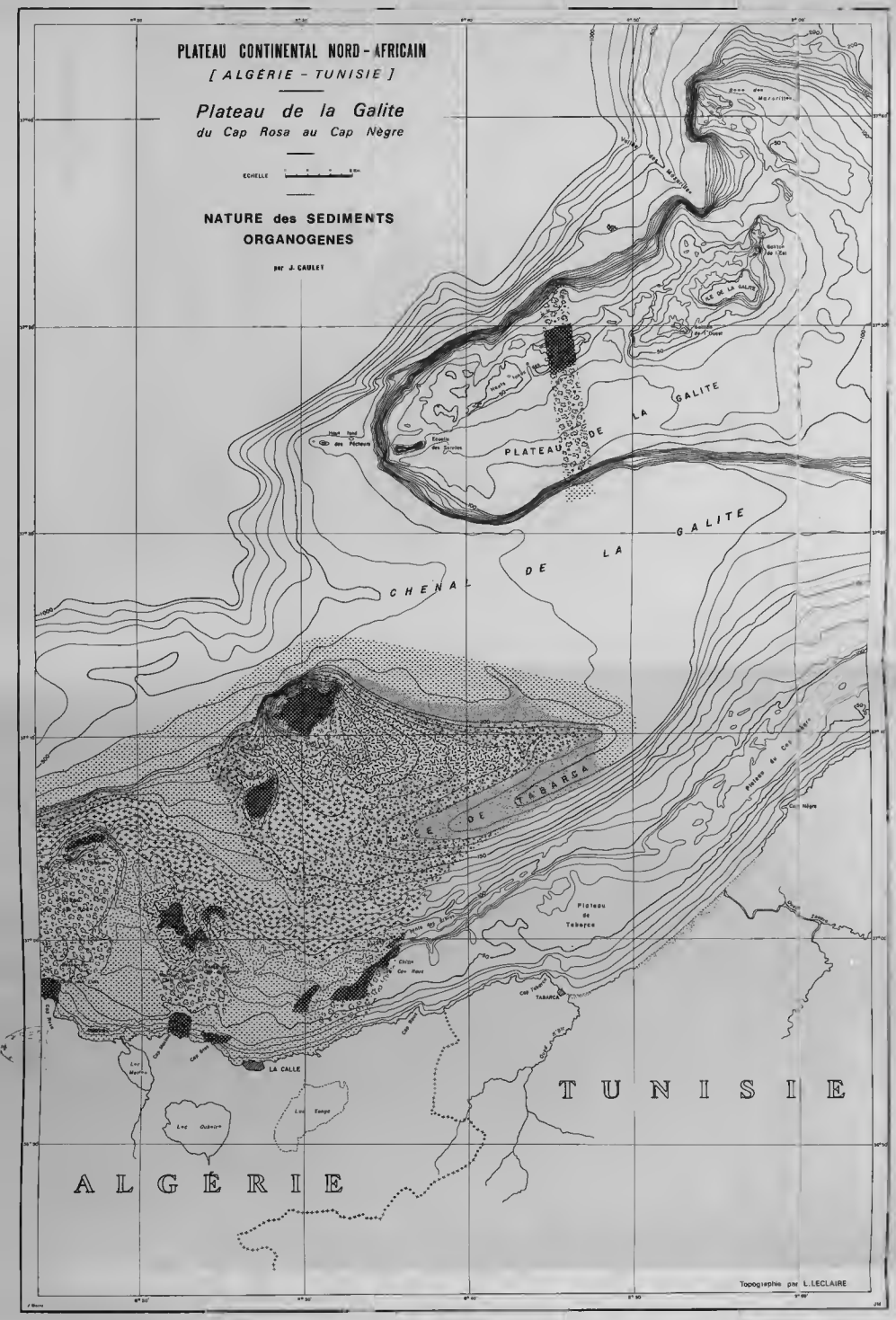
(× 10 000).

FIG. 5. — *Rhomboaster* sp. (Crétacé-Néogène)

(× 5 500).

FIG. 6. — *Discoaster* sp.
(forme du Néogène)

Source : MNHN, Paris




## LEGENDE

### NATURE des SEDIMENTS ORGANOGENES

- Sables organogènes à algues calcaires
- Vases organogènes à algues calcaires
- Sables organogènes à bryozoaires
- Vases organogènes à bryozoaires
- Sables organogènes à coquillier
- Vases organogènes à coquillier
- Sables organogènes à foraminifères
- Vases organogènes à foraminifères
- Sables organogènes à bioclastique
- Vases organogènes à bioclastique

### NATURE des SEDIMENTS ORGANO-TERRIGENES

- Sables organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à algues calcaires
- Vases organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à bryozoaires
- Sables organo-terrigènes à bioclastique
- Vases organo-terrigènes à coquillier
- Vases organo-terrigènes à foraminifères

### DIVERS

- Sédiments terrigènes
- Affleurements du substratum rocheux
- Isobathes

Source : M. Pruvot, Paris

Source : MNHN, Paris

Leur épaisseur doit être sans doute très faible car les dragues ont ramené, surtout sur les zones les moins profondes, des oncolithes de Mélobésiées non accompagnés de débris plus fins.

*Sur le plateau lui-même* (B. 100, B. 99), de part et d'autre du haut-fond des Charbonniers, le substratum rocheux supporte un mince manteau animal et végétal où les Mélobésiées jouent un grand rôle. Les Gastéropodes sont particulièrement nombreux dans les graviers à Algues, ce qui laisse penser que les affleurements rocheux doivent être nombreux. Les Bryozoaires, par contre, sont bien moins fréquents que sur le précontinent constantinois.

*Sur les rebords du plateau* (B. 103, B. 563, B. 98) vers — 100 m à — 150 m, des sables plus fins ont été récoltés (phase granulométrique moyenne supérieure à la phase granulométrique grossière) dont la caractéristique principale tient à la proportion extrêmement élevée des débris bioclastiques. Ces derniers forment au moins 70 % du matériau dragué en B. 563 !

Les fractions organogènes habituelles sont très minimes par comparaison et le sédiment pourrait être classé comme B*ioclastique* si les thalles calcaires n'en composaient pas 15 %.

L'examen des rares Bivalves et Bryozoaires encore intacts montre que les coquilles et les colonies des espèces pouvant vivre actuellement sur le fond sont les plus nombreuses. Mais quelques vieilles valves très remaniées, perforées (*Glycymeris glycymeris, Venus casina*) indiquent néanmoins qu'une partie du matériel calcaire est d'origine ancienne et s'est sans doute déposée sous une bien plus faible épaisseur d'eau.

Ce dernier renseignement joint à l'importance de la fraction bioclastique, ainsi qu'à l'homogénéité et la relative finesse de la texture conduit à classer ces sables du rebord de La Galite parmi *la catégorie des sédiments reliques*. Mais si leur mise en place et leur remaniement paraissent bien devoir s'être effectués lors d'une régression du niveau marin qui aurait mis à nu tout le plateau de La Galite, il semble encore prématuré de vouloir préciser si c'est au cours de la dernière régression, ou bien au cours de la dernière transgression. Il est curieux d'autre part qu'aucune trace des débris terrigènes grossiers qui ont dû être dispersés par l'érosion sub-aérienne à cette époque là n'ait pu être retrouvée.

Quoi qu'il en soit, les observations présentées ici sont trop restreintes pour donner lieu à de plus amples conclusions. Tout au plus peut-on remarquer que les sédiments organogènes récoltés aux abords de la Galite ont plus d'affinités (absence de toute phase fine et pélitique) avec ceux qui tapissent les grands plateaux sous-marins du Détroit Siculo-tunisien (J. Caulet, 1962) qu'avec ceux du Précontinent algérien.

## 3 — DESCRIPTION ET COMPOSITION DES FRACTIONS « ALGUES CALCAIRES » ET « BRYOZOAIRES »

D'Alger à La Calle, les surfaces tapissées par les sédiments organogènes sont trop étroites pour qu'il soit possible de présenter pour chaque fraction des schémas de distribution. Leur extension devenant plus large devant La Calle, il est intéressant d'observer si la répartition des accumulations aisément évaluables (Algues calcaires, Bryozoaires) conserve la même allure qu'en Oranie.

### a — DISTRIBUTION DES FRACTIONS « BRYOZOAIRES ».

Dans tout le golfe de Bône et plus particulièrement encore de La Calle à Tabarca, les Bryozoaires forment avec les Algues calcaires, la majeure partie des sables organogènes grossiers dragués sur la plate-forme. D'après la fig. 54, on peut voir cependant que leurs colonies sont répandues depuis la bordure littorale jusqu'au bas de la pente continentale, ce qui est donc *un caractère constant de la sédimentation organogène sur le précontinent algérien*, puisque nous l'avions déjà remarqué en Oranie.

Pourtant, les fractions les plus riches (plus de 20 %) demeurent toujours circonscrites aux fonds accidentés et rocheux de la plate-forme proprement dite, quoique les limites bathymétriques entre

Source : MNHN, Paris

lesquelles elles s'échelonnent soient sensiblement décalées vers le bas : — 70 m à — 100 m au lieu de — 50 m à — 90 m.

Notons, d'ailleurs, que ce décalage, qui se marque nettement à partir du golfe de Philippeville (1), est probablement dû aux effets de plusieurs facteurs dont les principaux sont sans doute l'approfondissement des substrats durs non envasés mais surtout les modifications des conditions physico-chimiques du milieu. Beaucoup d'organismes marins vivent en effet plus profondément en Méditerranée orientale que dans le Bassin Algéro-provençal et d'autre part l'influence du courant d'eaux atlantiques se fait bien moins sentir à partir des côtes kabyles. Nous avons à ce sujet signalé de nombreuses variations de peuplements à partir de la région algéroise sur lesquelles nous reviendrons plus en détail dans la seconde partie de ce mémoire.

Comme en Oranie, enfin, les accumulations de moindre densité s'ordonnent régulièrement autour des précédentes. Mais il n'y a pas plus dispersion des zoaria à partir des zones « productrices » puisque la composition des accumulations se modifie également.

— ***Les grandes accumulations*** (20 % et plus) sont toujours constituées par des débris d'origine coralligène. Mais les grandes formes sont mieux développées qu'en Oranie et en dehors de *Porella cervicornis* et *Adeonella calveti*, d'autres colonies comme celles de *Hornera pinnata*, *Onychocella vibraculifera*, *Schizoretepora imperati*, occupent une plus large place. Les colonies usées et rendues indéterminables ne forment qu'une part relativement faible (40 %) de ces fractions dont *la formation est ainsi entièrement actuelle.*

— ***Vers les petits fonds plus littoraux*** (— 55 m à — 50 m) où les Algues calcaires et les débris bioclastiques édifient la majeure partie du sédiment, les fractions *Bryozoaires* deviennent moins importantes (de 5 % à 15 % en moyenne) et aussi de composition différente. Des colonies plus littorales comme *Margaretta cereoides* y remplacent les grandes formes coralligènes et surtout le pourcentage des fragments indéterminables augmente significativement (80 % en moyenne). Comme ces derniers fragments ne proviennent pas des biocénoses côtières actuelles, vue l'absence de formes indicatrices de courants et d'autre part l'allure même des débris, on peut dire que *leur remaniement et leur mise en place n'est pas actuelle.*

D'où proviennent donc ces matériaux et à quelle époque se sont-ils déposés ? Sans qu'il soit possible de déterminer avec exactitude la nature de leurs « biocénoses sources », il semble, en raison de leur nombre relativement élevé et aussi de l'abondance des restes branchus, que tous ces Bryozoaires indéterminables soient d'origine circalittorale, c'est-à-dire issus des biocénoses de plate-forme.

Mais il est incontestable qu'après leur dépôt, ces Bryozoaires ont subi un remaniement très intense, soit par transport, soit par exposition prolongée en milieu subaérien. Il est donc exclu qu'ils puissent provenir des biocénoses coralligènes qui ont dû s'installer sur les *platiers* vers la fin de la dernière transgression, une fois le niveau actuel sensiblement atteint.

Sont-ils alors contemporains des fractions *reliques* signalées dans les vases organo-terrigènes de la pente continentale ou leur âge est-il encore plus ancien, c'est-à-dire anté-würmien ?

Si l'on adopte la première hypothèse, il faut admettre, pour expliquer leur gisement actuel, qu'ils auraient été repoussés en avant par la dernière transgression au cours de sa remontée. Mais la nature « profonde » de ces fractions rend tout de suite improbable cette possibilité car les matériaux ainsi transportés sont généralement des dépôts de plage, repris dans le cycle toujours recommencé du déferlement (cordons de plage, galets...). De plus, les divers chenaux des *platiers* auraient, dans ce cas, joué le rôle de pièges et empêché l'étalement des colonies remaniées sur les zones les plus hautes.

Il semble donc, sans qu'aucun argument (espèce éteinte par exemple) vienne encore l'étayer formellement, que *la seconde hypothèse* (*âge anté-würmien*) *soit la plus plausible.* Elle aurait le mérite de rendre compte à la fois du remaniement et du mode de distribution de ces Bryozoaires indéterminables dont on pent penser qu'il font partie du substratum quaternaire des *platiers.* Rappelons d'ailleurs à ce propos que L. Leclaire a retrouvé de nombreux débris organogènes (Algues calcaires, Bryozoaires) dans les dunes anciennes du littoral bônois. De toute façon ces observations ne peuvent avoir de caractère définitif et il reste encore à vérifier l'âge des débris, ce qu'on ne pourra vraisemblablement faire qu'en carottant la surface des platiers.

(1) Sur le plateau de Djidjelli, les grandes accumulations s'étagent encore entre — 50 m et — 70 m.

Source : MNHN, Paris

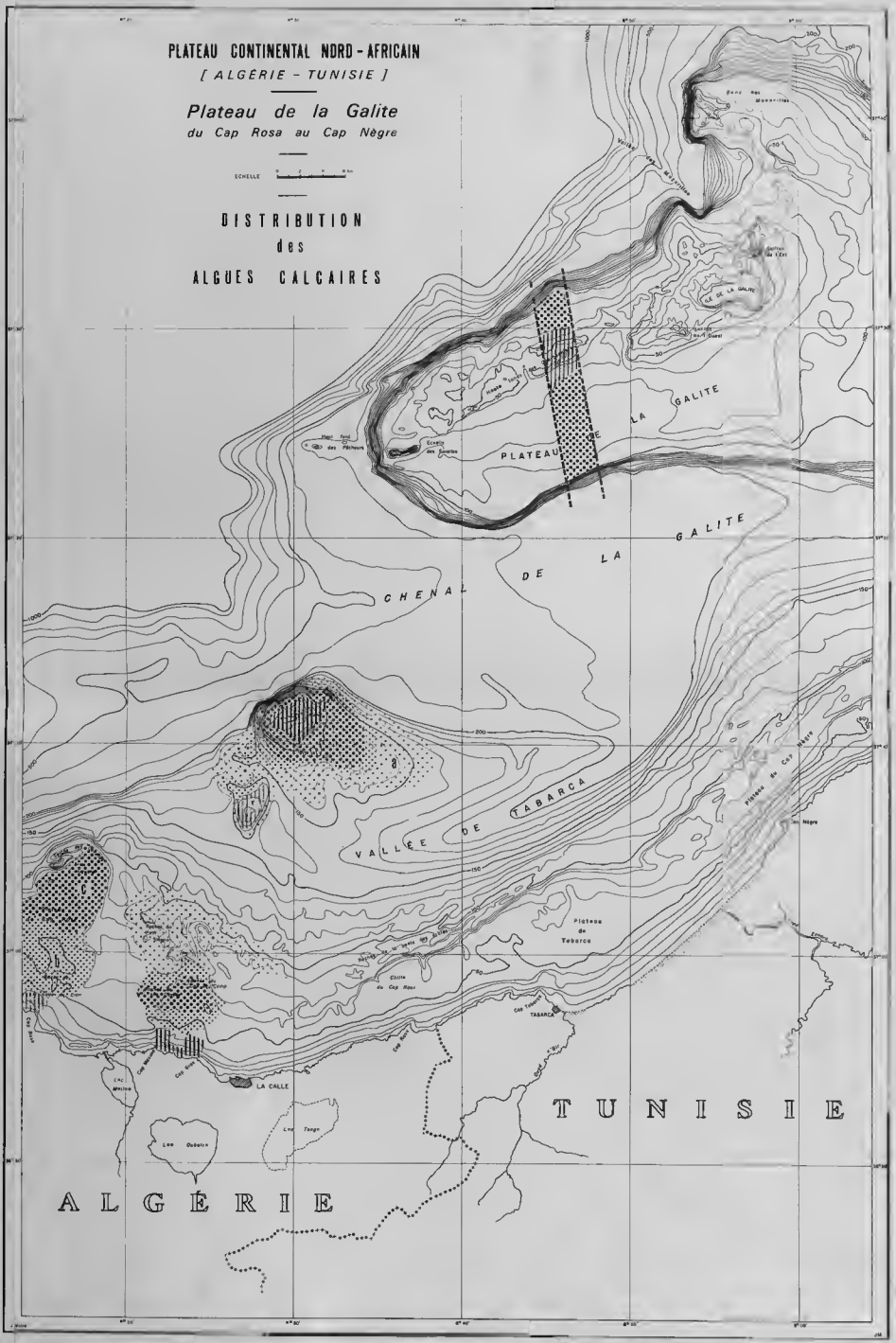



FIG. 55. — Distribution des accumulations d'Algues calcaires dans les sédiments organogènes de la région de La Calle-Tabarca. Importance des fractions : $a$ = de 0 à 5 %; $b$ = de 5 à 10 %; $c$ = plus de 10 %; $r$ = fonds durs.

— ***Les petites et moyennes accumulations de la pente,*** étagées entre — 90 m et — 150 m autour des zones riches de La Calle et du Banc Lesec, ont, elles aussi, une composition particulière. On a vu précédemment (description des vases organo-terrigènes à Bryozoaires de Bône) que les caractéristiques principales en étaient le mélange de formes coralligènes mortes et en voie d'épigénisation et de formes sténobathes profondes ou plus typiquement *mixticoles* en bon état, donc actuelles.

Les accumulations de colonies retrouvées entre — 100 m et — 160 m autour du Banc Lesec et sur les pentes du Plateau de La Galite renferment en sus quelques rares colonies très remaniées appartenant à *Margaretta cereoides* (qu'on n'a pas retrouvée à Bône) et dont la mise en place doit être contemporaine de la dernière régression. D'ailleurs, c'est le seul exemple de colonies superficielles retrouvées en profondeur, alors que les coquilles littorales anciennes sont assez fréquentes dans ces mêmes sédiments.

— ***Les fractions « Bryozoaires » des vases organo-terrigènes*** à Foraminifères de la vallée de Tabarca ont un volume négligeable et sont uniquement composées par quelques petites formes intactes, comme *Crisia* sp., *Buchneria fayalensis.*

En définitive, l'abondance des Bryozoaires dans la plupart des sédiments de la zone prélittorale et de la pente continentale de la région bônoise est due plus à l'extension des amoncellements reliques de colonies qu'à l'action des courants.

*Les variations d'importance des fractions, tout en s'ordonnant harmonieusement autour des zones « productrices », résultent donc non seulement de la diversité des conditions de milieu actuelles mais encore de leurs fluctuations au cours de la période holocène.*

### b — DISTRIBUTION DES ALGUES CALCAIRES.

Dans la région bônoise, la répartition des accumulations de thalles s'avère très différente de ce qu'elle est en Oranie (voir fig. 55). Comme on l'a déjà souligné, cela tient essentiellement à l'absence des formes arbusculaires qui ont pratiquement disparu.

Les fractions les plus riches (plus de 20 %) ne caractérisent plus ainsi les petits fonds de la bordure littorale, mais plutôt le substratum rocheux de la plate-forme entre — 55 m et — 70 m.

Vers la zone prélittorale (— 50 m à — 55 m) comme vers la pente continentale, l'importance des fractions diminue bien plus rapidement que celle des Bryozoaires. Mais les thalles retrouvés entre — 70 m et — 100 m sont encore vivants pour la plupart tandis que ceux des niveaux plus superficiels sont morts, patinés et indéterminables. Si l'origine non actuelle de ces derniers ne fait pas de doute, il est difficile de préciser, en raison de la diversité des exigences écologiques présentées par les Algues crustacées, leurs « biocénoses sources » et leur mode de dépôt. On peut penser qu'ils sont contemporains des débris usés de Bryozoaires qui les accompagnent, mais sans preuve certaine.

De toute façon, les observations montrent qu'au contraire de la région oranaise, l'installation des biocénoses à Mélobésiées encroûtantes est relativement récente sur cette portion orientale du précontinent algérien puisqu'on retrouve fort peu de thalles morts dans les sédiments reliques profonds de la pente continentale. *On peut même dire qu'elle n'a eu lieu qu'à la fin de la dernière transgression, il y a peut-être de 5 000 à 3 000 ans ?* Par là même, la répartition des Algues calcaires reflète, plus que celle des Bryozoaires, les fluctuations actuelles des conditions de milieu.



Source : MNHN, Paris

## V. — CONCLUSION

Le précontinent constantinois se différencie des marges continentales oranaises et algéroises par sa morphologie plus variée et par une couverture meuble organogène très grossière juxtaposée à une sédimentation terrigène fine étendue.

Sur les corniches littorales de la Kabylie et de l'Edough, les surfaces où s'amoncellent les dépôts organogènes meubles sont très étroites et les faciès correspondants deviennent moins nombreux que devant l'Algérois ou l'Oranie. Les Algues calcaires et les Bryozoaires issus des biocénoses coralligènes constituent, en effet, la majeure partie des sables graveleux qui sont uniformément localisés sur les substrats rocheux.

A partir du golfe de Bône, les sédiments organogènes se diversifient en même temps que leurs gisements s'élargissent. De nouveaux types de faciès font leur apparition et en particulier des vases organo-terrigènes à Bryozoaires ou à Bioclastique, qui apportent de bons renseignements sur l'évolution récente de la sédimentation organogène.

Dans l'ensemble, la distribution des faciès s'effectue comme en Oranie : les sables à Bryozoaires s'accumulent ainsi à proximité des fonds rocheux et accidentés tandis que les sables et vases à Coquillier restent circonscrits aux surfaces planes et déprimées de la plate-forme continentale. Cependant les sables à Algues calcaires ne caractérisent plus seulement les petits fonds de la bordure littorale mais descendent jusqu'à — 70 m. De même, les sédiments bioclastiques sont retrouvés jusque vers — 60 m.

C'est que la composition des peuplements biogènes s'est modifiée. L'aspect le plus éclatant de cette modification réside en la raréfaction des Algues calcaires à thalle arbusculaire et en leur remplacement par des formes crustacées (notamment par l'association à *Pseudolithophyllum expansum* et *Lithothamnium fruticulosum*) ; mais parmi les Bryozoaires, de nouvelles formes (*Hornera*, *Onychocella*) s'accumulent en plus grand nombre au fur et à mesure que l'on passe de la Kabylie à la baie de Philippeville et au golfe de Bône. De la même façon, les Brachiopodes arrivent, de leur côté, à constituer de véritables fractions, remplaçant peu à peu celles des Lamellibranches grâce à l'apparition de plus en plus fréquente des restes de *Lacazella mediterranea*.

Pourtant cette modification des accumulations n'entraîne pas de grands bouleversements dans la répartition des fractions organogènes puisque l'importance de ces dernières demeure liée à l'influence combinée de tous les facteurs du milieu, les facteurs hydrodynamiques n'intervenant toujours que dans un domaine limité de la bordure littorale.

C'est ainsi que la composition de nombreuses vases ou sables apparaît comme nettement en désaccord avec les conditions de milieu actuelles, ce qui confirme l'origine ancienne d'une grande partie des éléments biogènes reconnus dans les sédiments organogènes du précontinent constantinois. Cependant, les plus anciens de ces éléments non actuels ne sont pas, comme en Oranie, déposés à proximité du rebord de la plate-forme. Ils caractérisent au contraire les zones les plus superficielles de cette dernière, juste avant les premières pentes de la bordure littorale. Ce sont des sédiments bioclastiques dont les constituants organogènes sont pour la plupart usés, arrondis, patinés, partiellement cimentés et ont donc été mis en place avant la dernière régression du niveau marin. En revanche, les sédiments anciens (vases à coquilles ou à Bryozoaires) dragués sur les rebords des corniches kabyles comme au large des grands platiers de la région bônoise peuvent être assimilés aux maerls profonds de la région oranaise, tout au moins en ce qui concerne leur âge. Ces sédiments reliques sont en effet presque totalement dépourvus de débris de *Lithothamnium calcareum*. Pourtant comme les *maerls* oranais, ces vases à coquilles ou à Bryozoaires profondes de la région constantinoises sont des dépôts mixtes dont les éléments biogènes proviennent de biocénoses très différentes et dont la mise en place a été réglée par la transgression flandrienne et l'envasement qui lui a succédé. Les indices donnant à cet envasement un caractère très récent, pour ainsi dire sub-actuel, sont en effet nombreux, tant sur les corniches kabyles (vases à Bryozoaires) qu'au large des plaines bônoises (vases organo-terrigènes à Bryozoaires).

Source : MNHN, Paris

Il se confirme ainsi que l'ensevelissement du précontinent algérien par les apports terrigènes fins possède un caractère général et que ses causes sont donc elles aussi d'ordre général.

D'autre part, mises à part quelques modifications locales de la composition, il apparaît que la sédimentation organogène sur toute la bordure nord-africaine a subi une évolution sensiblement uniforme sous l'influence des mêmes facteurs et selon les mêmes processus.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

*CHAPITRE V*

# CARACTÈRES SPÉCIFIQUES DE LA SÉDIMENTATION ORGANOGÈNE RÉCENTE SUR LE PRÉCONTINENT ALGÉRIEN

*(Conclusions de la Première Partie)*

Dans les quatre chapitres précédents, nous nous sommes efforcés de répondre à la plupart des questions d'ordre sédimentologique que pose l'analyse des sédiments organogènes algériens. Nous avons donc décrit aussi fidèlement que possible leurs textures, leurs compositions et la nature des divers éléments biogènes qui les constituent. Ces descriptions ont naturellement conduit à mettre en évidence la qualité et le rôle des principaux facteurs conditionnant, dans chaque cas étudié, la formation des sédiments, qui ont pu être ainsi répartis selon toute une gamme homogène de faciès actuels ou anciens. Chemin faisant, des interprétations portant sur la répartition locale des accumulations ou l'histoire locale de la sédimentation organogène durant la période récente, ont pu être également proposées.

Cependant, afin de bien définir les caractères spécifiques de la sédimentation organogène récente sur le précontinent algérien, il faut synthétiser tous les résultats obtenus et pour que cette synthèse puisse servir (ce qui est son but primordial) à l'analyse des formations organogènes anciennes, il faut le faire sous une forme directement utilisable pour le géologue.

Pour cela, on cherchera, dans ce chapitre, à reconnaître dans un premier temps et par des corrélations simples, la nature des facteurs qui influencent le plus la formation des diverses accumulations. On envisagera ensuite l'origine et le mode de formation des divers faciès reconnus, puis on tentera de retracer dans ses grandes lignes l'évolution de la sédimentation organogène au cours de la période holocène. Les observations sédimentologiques seront ainsi replacées dans le cadre plus général de l'évolution diastrophique récente de la marge continentale algérienne, ce qui permettra finalement d'apprécier jusqu'à quel point l'analyse des sédiments organogènes actuels peut aider à mieux comprendre le passé.

## I. — LES FACTEURS DE LA SÉDIMENTATION ORGANOGÈNE SUR LE PRÉCONTINENT ALGÉRIEN

Les sédiments organogènes sont définis par leur texture et leur composition. Rechercher les facteurs qui ont réglé leur formation, c'est donc déterminer ceux qui ont modelé leur texture et leur composition.

Source : MNHN, Paris

## A — TEXTURE

Si, d'une façon générale, la texture des sédiments terrigènes peut être considérée comme liée à leur origine et à leur mode de formation, il paraît bien qu'il n'en va pas de même en ce qui concerne les sédiments organogènes algériens. Les analyses granulométriques montrent en effet que leurs caractéristiques texturales dépendent peu de leur composition et de leur répartition car tous les résultats obtenus sont relativement uniformes. Cependant les sables à Algues calcaires et à Bryozoaires sont souvent plus grossiers que les autres et les sables à Bioclastique mieux classés. Dans quelle mesure, la texture de certains matériaux organogènes serait-elle donc liée à leur composition ou à la compétence des courants de fond ?

### 1 — TEXTURE ET COMPOSITION.

Pour reconnaître si la texture des sédiments organogènes dépend vraiment de leur composition, c'est-à-dire de leur origine, j'ai essayé de préciser les relations entre l'importance des fractions et les valeurs correspondantes des paramètres texturaux, en utilisant les modèles de corrélation habituellement employés en sédimentologie classique.

#### a) Texture et Bryozoaires.

Les Bryozoaires marins étant pour la plupart des Invertébrés sessiles dont les larves ont besoin de surfaces suffisamment larges pour se fixer puis se développer, la texture du substratum et la taille des supports disponibles sur le fond sont des facteurs nécessairement primordiaux de leur prolifération et par conséquent de leur accumulation. Beaucoup de spécialistes ont déjà souligné l'importance de ces facteurs et, pour certains dont Y. V. Gautier (1962) qui a réuni et vérifié bon nombre d'observations éparses, il existe même « un rapport entre la granulométrie du sédiment et le nombre d'espèces qui peuvent s'y fixer, les fonds les plus grossiers ou avec de nombreux éléments figurés étant de loin les plus favorables ».

Il y aurait ainsi un rapport assez lâche entre le nombre de colonies et la texture du sédiment correspondant, cette dernière étant suivant une échelle granulométrique très simplifiée, sommairement définie en termes généraux : *graviers, sables, vases...*

En adoptant cette définition primaire des sédiments, j'ai effectivement constaté que les relations précédentes s'appliquent avec bonheur à l'ensemble des accumulations de colonies réparties sur le précontinent algérien. Dans les boues et les vases argileuses, les zoaria sont très rares et peu diversifiés tandis que dans les sables et graviers organogènes leur masse est de beaucoup plus élevée. De même lorsque la phase grossière des vases dépasse la proportion de 20 %, les fragments de Bryozoaires deviennent plus abondants et au fur et à mesure que le taux de pélites décroît, les fractions *Bryozoaires* augmentent d'importance.

Cependant, cette importance est très variable au sein des sables et des graviers organogènes et on peut se demander s'il existe vraiment un rapport entre la texture de ces matériaux et leur teneur en colonies.

En établissant des corrélations entre les variations d'importance de la fraction *Bryozoaires* et les paramètres texturaux (diamètre-moyen, écart-type) on s'aperçoit vite qu'il n'en est rien et *en définitive, il s'avère que les variations de la texture des sédiments organogènes algériens ne sont pas en rapport avec les fluctuations de leurs fractions « Bryozoaires »*.

Tout au plus peut-on préciser les paramètres texturaux des formations les plus riches en colonies (20 % et plus) :

— leur diamètre moyen est supérieur à 2 mm,
— leur hétérogénéité est supérieure à 1 Φ,
— leur teneur en particules pélitiques est inférieure à 5 %.

Source : MNHN, Paris

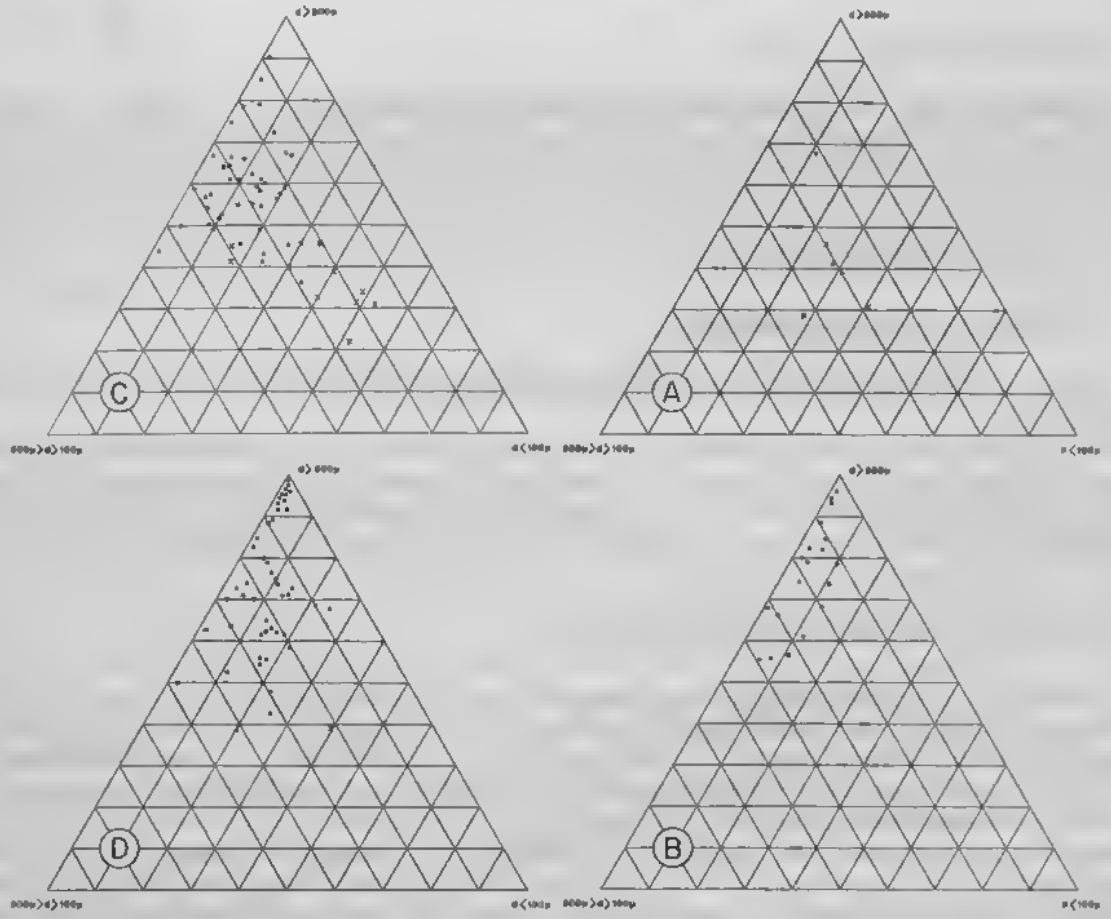



FIG. 56. — Caractéristiques texturales des principaux faciès organogènes. A = Sédiments organogènes à Foraminifères; B = Sédiments organogènes à Bryozoaires; C = Sédiments organogènes à Coquillier; D = Sédiments organogènes à Algues calcaires. Les points représentent les sables, les croix figurent les vases.

### b) Texture et Algues calcaires.

D'une façon générale, les sédiments riches en débris d'Algues calcaires, et pour ce qui nous occupe, de Mélobésiées, sont considérés comme des matériaux grossiers; ainsi, les *maerls* méditerranéens ont-ils été longtemps désignés par le nom significatif de *gravelle* et ceux de la Manche sont-ils définis par G. BOILLOT comme des graviers. On pourrait donc penser *a priori* que plus un sédiment est riche en débris phycogènes, plus il est grossier.

Les tentatives de corrélation montrent que, comme pour les Bryozoaires, il n'en est rien et qu'il n'y a aucun rapport entre la texture et la valeur de la fraction *Algues calcaires*. Rappelons à ce propos combien sont grandes les différences constatées tant dans le diamètre moyen que l'homogénéité des *maerls* ou bien même des sables à *Pseudolithophyllum expansum*.

Seules quelques caractéristiques texturales peuvent être reconnues comme particulières aux sables *phycogènes* (c'est-à-dire où les débris d'Algues forment au moins 50 % du matériau) :

— leur diamètre moyen est supérieur à 1,500 mm,
— leur teneur en pélites est inférieure à 5 %,
— leur écart-type peut être inférieur à 1 unité Φ contrairement aux Bryozoaires (1).

(1) C'est surtout le cas des *maerls* qui sont soumis à l'action des courants dus à la houle.

Source : MNHN, Paris

c) **Texture et débris coquilliers.**

La proportion des débris coquilliers est souvent trop faible dans les sédiments organogènes algériens pour qu'il soit possible de voir s'il y a réellement une relation quelconque entre leur importance et les variations des caractéristiques texturales. Tout au plus peut-on observer que les formations les plus riches en Bivalves (plus de 15 %) sont des sables dont le diamètre moyen est inférieur à 1 mm, tandis que les mieux pourvues en Gastéropodes (plus de 5 %) ont au contraire une moyenne supérieure précisément à 1 mm.

d) **Texture et débris bioclastiques.**

Il n'y a aucune relation entre la texture des sédiments organogènes et leur teneur en débris bioclastiques.

*En définitive, la texture des matériaux organogènes algériens n'est aucunement liée à leur composition et les divers faciès qu'on peut reconnaître ne présentent pas de caractéristiques texturales spécifiques* (voir fig. 56). *De même, il n'y a aucune discontinuité texturale nette entre les sables et les vases, ces dernières étant tout simplement des sables plus ou moins enrichis en pélites.*

## 2 — TEXTURE ET FACTEURS HYDRODYNAMIQUES.

En dehors de la composition, on considère généralement que la moyenne et surtout l'écart-type des sédiments meubles sont conditionnés par leur mode de formation. Dans le cas des sédiments marins, on attribue ordinairement les variations de ces caractéristiques et par conséquent de la texture à l'action des courants engendrés par les houles ou les marées. Qu'en est-il exactement pour les sédiments organogènes étudiés ?

Tout d'abord, rappelons que sur les côtes algériennes, les conrants de marée sont négligeables, attendu que l'onde de marée venant de l'Atlantique n'atteint pas la frontière algérienne et que les variations de niveau du plan d'eau, causées par les marées lunaires, les différences de pression barométrique et les masses d'air en mouvement, sont comme on l'a vu, relativement faibles (moins de 10 cm par jour en moyenne, moins de 50 cm dans l'année). En l'absence de courants de marée, les seuls courants existants sont ceux qu'engendre soit la circulation générale d'eaux atlantiqnes soit les boules. Mais le courant d'eaux atlantique qui se déplace d'Ouest en Est devant le précontinent algérien a une vitesse de surface relativement faible (qui va d'ailleurs décroissant puisqu'elle est de 0,6 nœud devant Oran et de 0,5 m/s devant Alger) et les contre-courants littoraux induits dans les baies algériennes sont en général assez lents en surface (10 cm/s à Arzew, 0,1 cm/s à Alger) et presque inexistants au fond (1 cm/s vers — 15 m à Arzew).

Les courants de boule sont donc seuls capables de mettre en suspension et de transporter les matériaux de fond et surtout les sables. Or, d'après toutes les mesures que le C. G. M. S. a pu réaliser, il apparaît clairement que leur action n'a d'effets que dans la zone de déferlement, c'est-à-dire en règle normale entre le niveau 0 et — 6 ou — 7 m (*long-shore current*), et plus rarement (cas de houles ortbogonales) au-delà (*flot de fond*). De toute façon, passé — 30 ou — 40 m selon l'exposition de la côte, la probabilité de rencontrer des courants de houle suffisamment compétents pour mettre en suspension des sables devient quasiment négligeable et on peut dire que *l'influence des courants sur la formation et donc la texture de la plupart des sédiments organogènes algériens est peu importante.* D'ailleurs il n'a pas été possible de définir de relations entre la profondeur (régulateur de l'agitation au fond) et la teneur en pélites, ou les diamètres moyens ou les écarts-types de ces sédiments. De plus, la répartition bathymétrique des sables est aussi large que celle des vases. D'autre part, sur la bordure littorale même, les effets des courants sont très localisés puisque l'on rencontre aussi bien des sables à Coquillier, que des vases à Coquillier, des *maerls* ou des formations bioclastiques.

Source : MNHN, Paris

### 3 — CONCLUSION.

L'analyse texturale des sédiments organogènes algériens constitués en dehors de l'action des courants par l'accumulation de plusieurs populations sédimentaires d'origine différente, ne rend donc compte que de leur état physique actuel. Comme F. P. SHEPARD et D. G. MOORE (1) sont arrivés aux mêmes conclusions en ce qui concerne les sédiments du Golfe du Mexique, *il apparaît d'une façon générale que l'analyse granulométrique simple des sédiments organogènes ne suffit à déterminer ni leur origine ni leur mode de formation et à plus forte raison les facteurs de la sédimentation calcaire organogène.*

## B — COMPOSITION

L'analyse quantitative de l'importance présentée par chacune des fractions participant à l'édification des sédiments organogènes permet en revanche de distinguer plusieurs faciès parmi ces derniers. En effet, si les accumulations biogènes ont à peu près partout la même origine, leurs volumes respectifs peuvent être fort variables. Du même coup, le rapport de ces volumes suffit à exprimer la composition des matériaux organogènes. Pour déterminer les facteurs qui conditionnent la composition, c'est-à-dire la sédimentation organogène calcaire, il faut donc définir ceux qui influent sur l'importance des fractions. Ces dernières étant constituées par des restes d'organismes benthiques, tous les facteurs climatiques, édaphiques et biotiques du milieu marin doivent être tour à tour envisagés : agitation au fond, pression, pénétration des rayons lumineux, turbidité des eaux, nature physique du substrat...

Cependant, faute d'appareillages adéquats et par conséquence de mesures précises, les incidences respectives de ces facteurs sur les peuplements marins, ne sont pas encore clairement définies et de plus leurs effets se combinent ou s'annulent de façon très complexe. Aussi, aborderons-nous seulement ici les rapports entre :

- la composition et la profondeur qui règle l'agitation et la pénétration de la lumière,
- la composition et la sédimentation terrigène fine qui conditionne la turbidité des eaux et la nature physique du substratum,
- la composition et la morphologie des fonds qui traduit diverses combinaisons de la profondeur, de la nature des substrats et de l'éloignement au rivage,
- la composition et quelques facteurs biotiques (modifications de peuplement),
- la composition et les caractéristiques hydrologiques générales.

### 1 — COMPOSITION ET PROFONDEUR.

Si la profondeur, en tant que régulateur de l'agitation au fond, a été longtemps considérée comme un facteur important de la texture des sédiments, elle l'a été bien plus en ce qui concerne la répartition des êtres vivants. Rappelons à ce propos qu'en 1958, J. BOURCART écrivait encore : « La répartition des animaux sur le précontinent dépend évidemment plus de la profondeur ... que de la nature du fond : roche ou sols. » (p. 69). Cette conception, essentiellement basée sur le fait que la profondeur règle la pénétration de la lumière ainsi que la pression, est depuis longtemps admise par tous les géologues qui se servent des faunes fossiles pour évaluer la profondeur où les matériaux anciens correspondants se sont formés.

Cependant, comme les dernières observations sédimentologiques montrent que la texture des sédiments est souvent peu en rapport avec la profondeur de leurs gisements, de même les données modernes de la bionomie indiquent qu'à l'échelle du précontinent et surtout du plateau continental, la plupart des animaux et quelques végétaux, dont certaines Algues calcaires, sont répartis plus en

(1) Pour ces deux auteurs « grain-size analysis are important largely as it is related to transportation of material of relatively uniform shape and density » et ce n'est pas vrai « where the sediments of distinctly different sizes come from two or more different sources » (1955, p. 1499-1500).

Source : MNHN, Paris

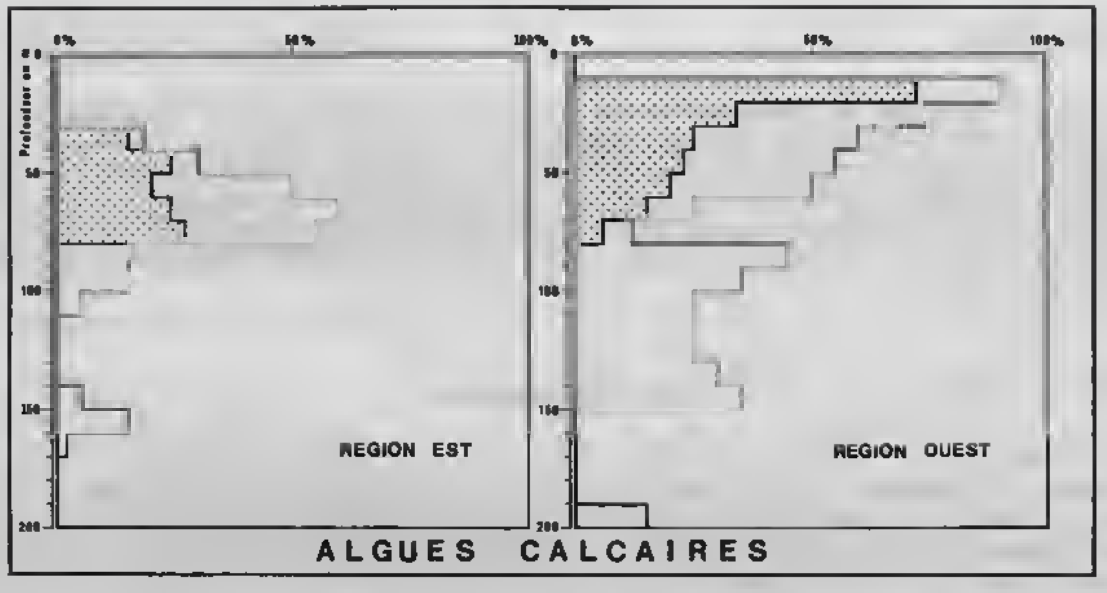



FIG. 57. — Répartition bathymétrique des taux d'accumulation moyen et maximum des fractions *Algues calcaires*. En grisé, les taux d'accumulation moyens.

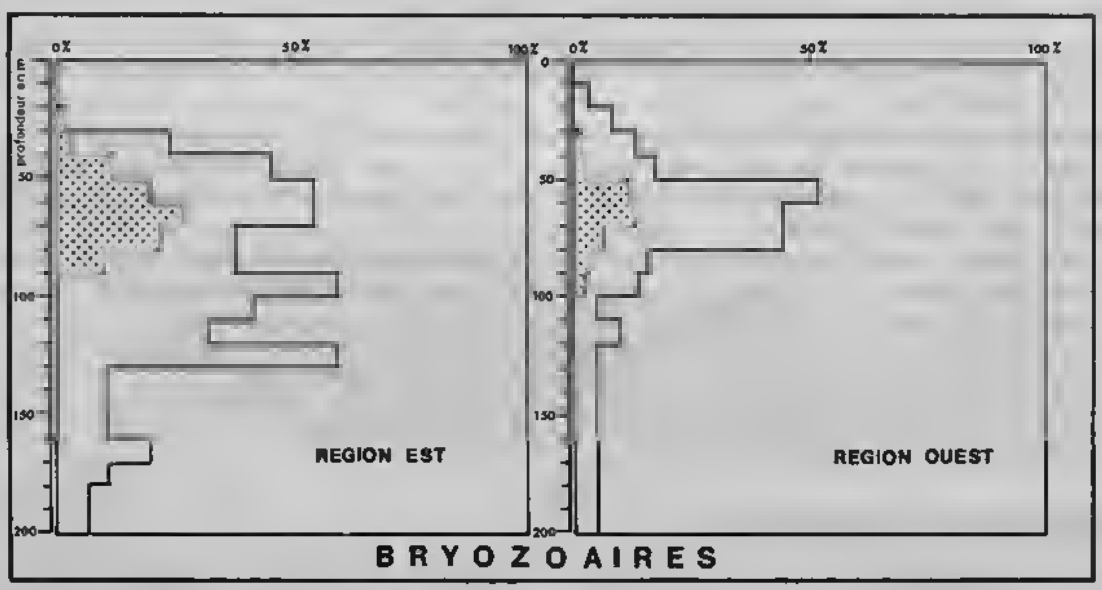



FIG. 58. — Répartition bathymétrique des taux d'accumulation moyen et maximum des fractions *Bryozoaires*. En grisé, les taux d'accumulation moyens.

fonction de la nature du substratum que de la profondeur (J. PICARD, 1965; J. PÉRÈS et J. PICARD, 1963). De plus, les exigences bathymétriques paraissent comme très diverses au sein d'une même famille ou d'un même genre (1) et chaque nouvelle exploration fait reculer vers le haut ou le bas l'extension de nombreuses espèces (2). Beaucoup de biocénoses sont ainsi moins sensibles à la bathymétrie qu'à la texture du substratum et on peut alors se demander dans quelle mesure la composition des accumulations organogènes est ou non fonction de la profondeur.

(1) Les travaux de J. PICARD sur la répartition de plusieurs espèces appartenant aux genres : *Pitar, Nuculana, Astarte, Cardium* et *Philine* (pour ne citer que des formes rencontrées devant l'Algérie) révèlent ainsi que des espèces cogénériques « se succèdent en fonction de la bathymétrie et cela en admettant souvent une zone d'interpénétration plus ou moins large ».

(2) H. ZIBROWIUS a retrouvé ainsi des espèces réputées « profondes » dans les grottes sous-marines du littoral provençal (communication orale).

Source : MNHN, Paris

L'analyse quantitative des sédiments organogènes algériens permettant d'envisager toute une série de corrélations entre la profondeur et les variations d'importance des diverses fractions, on pourra ici faire état de nouvelles observations et voir ce qu'il en est. Pour faciliter leur exposé, les principaux résultats ont été figurés sous forme de diagrammes simples donnant, pour des intervalles bathymétriques de 10 m, les valeurs moyennes et maximales des fractions qui y ont été relevées. On gardera cependant à l'esprit que pour chaque profondeur, les fractions peuvent manquer complètement.

### a) Les accumulations d'Algues calcaires et la profondeur.

En raison de leur appartenance au monde végétal, les Algues calcaires sont plus que tous les autres organismes marins sensibles à la profondeur, c'est-à-dire à la pénétration de la lumière. Pour cela, on s'est attaché depuis longtemps à reconnaître l'étagement de leurs espèces et en Méditerranée, particulièrement, on a pu voir que leur extension s'effectue tout au long du plateau continental proprement dit. Cependant, les informations précises sur les variations bathymétriques de l'importance de leurs accumulations restent peu nombreuses et, d'une façon générale, on considère simplement que les grands amoncellements de Mélobésiées sont caractéristiques des petits fonds (moins de 40 m) de la bordure littorale.

En fait, l'analyse détaillée des sédiments organogènes algériens montre nettement (voir fig. 57) que : *les Algues calcaires peuvent s'accumuler en quantité à tous les niveaux du plateau continental et même que leur sédimentation en masse peut être typique de niveaux bathymétriques bien distincts.*

Cependant, si on tient compte de leur composition, on voit tout de suite que les accumulations superficielles sont différentes des plus profondes, celles de la plate-forme continentale.

En Oranie, en effet, les plus grands amas qui sont retrouvés entre — 10 et — 60 m, dans les sables et graviers de la bordure littorale, se composent uniquement de débris arbusculaires ou ramifiés tandis que les fractions rencontrées sur les plates-formes de la région constantinoise ne comportent que des débris crustacés (à l'exception d'Aïn Barbar). Autrement dit, si les *sédiments phycogènes* peuvent se former de 0 à — 100 m, les *maerls* caractérisent uniquement les petits fonds de la bordure littorale et les *sables à Algues crustacées* les substrats durs de la plate-forme continentale.

*La profondeur influe donc plus sur la composition que sur le volume des fractions phycogènes des sédiments organogènes.*

Sur le plan paléocologique dire qu'une formation ancienne est riche en Algues calcaires ne suffit donc pas pour lui attribuer une origine très littorale.

Pour en revenir aux distributions étudiées, on doit encore remarquer à propos des *maerls* que l'importance de leurs accumulations diminue très progressivement lorsque la profondeur augmente, ce qui concorde avec les observations de G. Boillot sur les *maerls* de Roscoff et constitue un indice utile pour d'éventuelles reconstitutions paléoécologiques.

D'autre part, l'isobathe — 80 m forme la limite inférieure très marquée des grandes accumulations phycogènes, isolant ainsi les fractions *Algues calcaires* profondes et leur donnant d'autant un caractère anormal (pour reprendre l'expression de K. O. Emery, 1968). Toutes ces accumulations profondes sont d'ailleurs peu nombreuses, gardent une importance relativement plus faible que les précédentes et on a vu qu'elles sont uniquement composées de débris morts dont la mise en place ne peut être qu'ancienne.

### b) Fractions « Bryozoaires » et profondeur.

Considérées d'abord comme d'origine profonde ou même abyssale (d'Orbigny), les accumulations de Bryozoaires sont devenues pour les paléontologistes actuels de bons indices des milieux néritiques. Les plus importantes sont généralement tenues pour synonymes de paléo-environnements très littoraux et on rapporte même leur abondance à l'existence ancienne de véritables tapis d'algues dont les restes sont naturellement disparus. C'est que, susceptibles de vivre à grande profondeur, les Bryozoaires restent, dans leur ensemble, des Invertébrés benthiques bien adaptés à quelques biotopes du plateau continental où la majeure partie de leurs formes sont cantonnées (R. C. Osburn, 1957).

Les prospections sédimentologiques de ces dernières années montrent pourtant que, loin de s'accumuler de préférence sur les fonds très côtiers où les algues constituent de vastes prairies, les colonies n'édifient de grands amas que dans les sédiments de la plate-forme continentale proprement

Source : MNHN, Paris

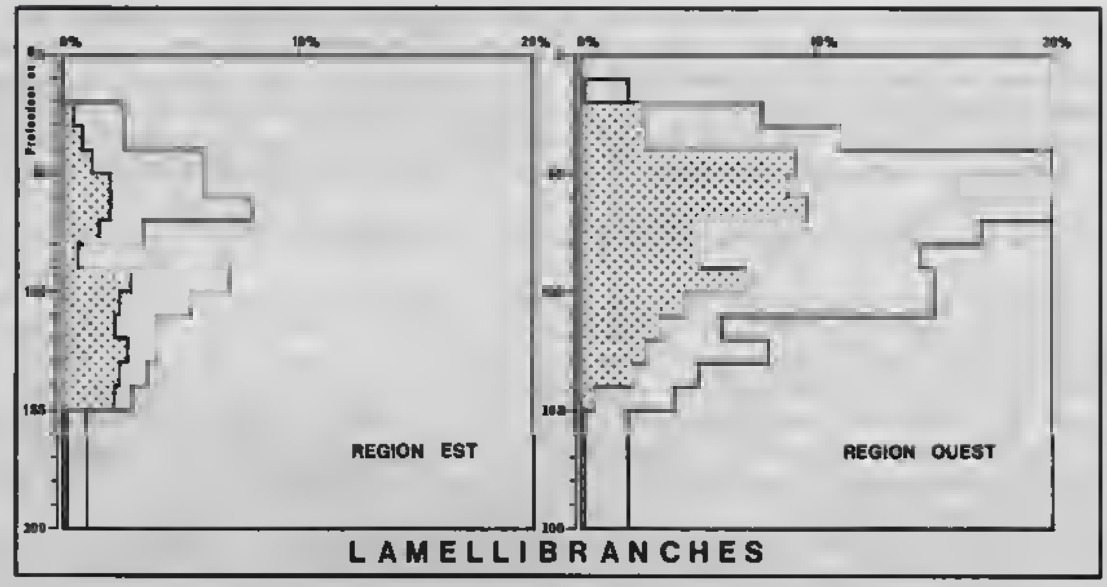



FIG. 59. — Répartition bathymétrique des taux d'accumulation moyen et maximum des fractions *Lamellibranches*. En grisé, les taux d'accumulation moyens.

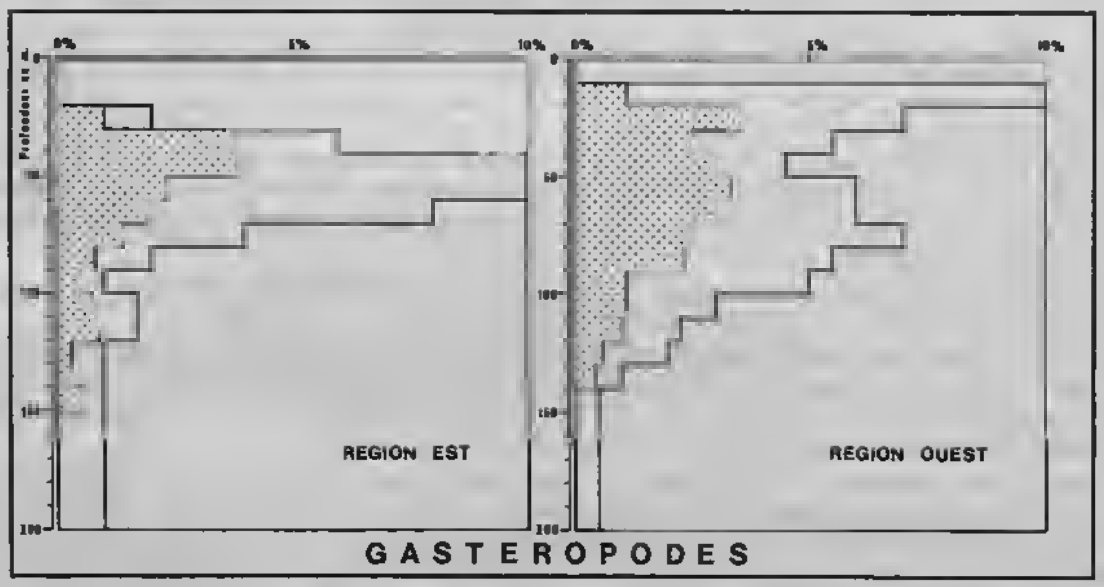



FIG. 60. — Répartition bathymétrique des taux d'accumulation moyen et maximum des fractions *Gastéropodes*. En grisé, les taux d'accumulation moyens.

dite, c'est-à-dire bien plus au large de la zone littorale. G. BOILLOT (1964) signale ainsi la grande densité des articles de *Cellaria* dans tous les sables coquilliers ou les cailloutis de la Manche occidentale et pense même que leurs petites accumulations dans les sédiments zoogènes côtiers de Roscoff sont dues en partie à un « apport du large ». Les cartes publiées par Y. GAUTIER et R. LAGAAIJ (1965) mettent aussi en évidence que la répartition des plus grandes densités en colonies est relativement profonde devant le delta du Rhône.

A vrai dire, la profondeur seule ne peut être tenue pour pleinement déterminante de toutes ces répartitions, car les travaux précédents portent sur des sédiments de nature très variée et on sait combien le facteur substratum a d'influence sur la prolifération des formes vivantes.

L'analyse des sables organogènes algériens dont la texture est relativement homogène, montre cependant que les fractions *Bryozoaires* ne sont vraiment importantes qu'aux niveaux intermédiaires de la plate-forme tandis que sur les bordures littorales et vers le glacis continental, elles sont

Source : MNHN, Paris

très réduites. L'accumulation en masse des Bryozoaires serait-elle donc liée à une profondeur bien déterminée ?

Si l'on examine à cet effet les diagrammes de corrélation entre la profondeur et l'importance des fractions *Bryozoaires* (voir fig. 58), on peut remarquer tout de suite qu'il n'y a pas de rapport caractéristique entre la bathymétrie et le volume des amas de colonies. A tous les niveaux du plateau continental, les valeurs présentées par les accumulations sont ainsi très variables.

Cependant, dans la région oranaise comme dans la région constantinoise, les Bryozoaires ne sont suffisamment répandus et abondants qu'entre — 50 m et — 80 m et en Oranie leurs restes demeurent toujours peu fréquents en dehors de ces limites.

Dans la région orientale du précontinent algérien, quelques fractions *Bryozoaires* importantes peuvent au contraire être relevées jusque vers — 150 m, mais ces fractions profondes dont le nombre est trop réduit pour qu'on puisse calculer leurs valeurs moyennes, sont isolées, et formées de zoaria morts comme on l'a vu (d'ailleurs, la comparaison des deux diagrammes Ouest et Est souligne leur caractère anormal).

En définitive, on peut dire que, s'il n'y a pas à proprement parler de corrélations strictes entre la profondeur des sédiments organogènes algériens et leur teneur en Bryozoaires, les limites bathymétriques entre lesquelles le dépôt des Bryozoaires s'effectue actuellement en masse, sont assez rapprochées et relativement peu littorales. Comme ces observations sur les côtes algériennes concordent avec celles qui ont déjà été citées, *il ressort finalement que les sédiments riches en Bryozoaires doivent être actuellement considérés comme spécifiques des zones moyennes de la plate-forme continentale.*

### c) Les accumulations de Bivalves et la profondeur.

La profondeur seule a peu d'effets sur la répartition des Lamellibranches vivant à l'échelle du précontinent et la plupart de leurs espèces sont largement eurybathes. Néanmoins, l'accumulation en masse de leurs coquilles est généralement considérée comme typique des faciès côtiers ou tout au moins des fonds superficiels du plateau continental et un simple coup d'œil sur les cartes marines suffit pour s'en convaincre.

Si la localisation des fractions coquillières sur le plateau continental est ainsi bien établie, peu d'indications précises existent en réalité sur les variations bathymétriques de leur ampleur, à l'échelle précisément de la plate-forme continentale. D'après les analyses quantitatives de F. P. Shepard (1956) et L.M.J.U. Van Straaten (1960), il semble qu'au large du Mississipi et devant le Rhône, l'entassement des coquilles actuelles est finalement plus intense approximativement entre — 20 m et — 50 m que vers le niveau 0 ou vers les plus grandes profondeurs du plateau continental. Au-delà, de fortes agglomérations de valves sont encore rencontrées (en Adriatique, d'après L.M.J.U. Van Straaten, 1965, et sur toute la côte Est des U.S.A. d'après K.O. Emery et O.H. Pilkey, 1964) mais ces dernières n'ont rien à voir avec la sédimentation actuelle, leur origine étant souvent ancienne.

Cependant, comme tous les travaux précédents portent sur des sédiments à texture extrêmement variée, il est probable que l'influence de la profondeur sur la densité des accumulations est souvent masquée par celle beaucoup plus réelle (J. Picard, 1965) de la nature du substratum et on peut estimer que les relations obtenues sont peu fidèles.

Les sables organogènes algériens étant sensiblement homogènes, il est donc intéressant de rechercher si l'abondance des coquilles est, dans ces formations, plus ou moins caractéristique d'un niveau bien défini du plateau continental.

En cumulant toutes les observations (voir fig. 59), on peut voir que dans la région oranaise où les faciès coquilliers sont relativement développés, les fractions *Lamellibranches* présentent *une valeur moyenne sensiblement constante de — 40 m à — 120 m.* Négligeables dans les 20 premiers mètres, *elles ont leur maximum d'intensité aux alentours de — 40 m à — 80 m,* puis diminuent très progressivement au-delà de — 100 m. A partir de — 150 m, la proportion des Lamellibranches est trop faible pour pouvoir être estimée. Entre Alger et La Calle, les coquilles deviennent de plus en plus rares et on ne peut avoir d'idée exacte sur la répartition bathymétrique de leurs dépôts. Cependant les sédiments qui contiennent le pourcentage le plus élevé en débris de Bivalves y ont tous été dragués entre — 40 m et — 100 m, les fractions les plus denses s'étageant entre — 50 m et — 70 m. Comme en Oranie, l'isobathe — 150 m constitue la limite inférieure des dépôts coquilliers.

Source : MNHN, Paris

En définitive, la répartition en profondeur des fractions *Lamellibranches* montre que *leur importance au sein de la sédimentation calcaire étudiée est moins liée à la bathymétrie que celle des Algues calcaires ou des Bryozoaires mais reste néanmoins caractéristique des profondeurs moyennes de la plate-forme continentale.*

### d) Les Gastéropodes et la profondeur.

La répartition bathymétrique des Gastéropodes est encore peu connue dans son ensemble car les observations disponibles, fragmentaires, éparses et soumises à constante révision ne concernent que quelques espèces. En Méditerranée, toutefois, la plupart des formes vivantes prospère dans les herbiers littoraux ou sur les surfaces rocheuses côtières. Les espèces adaptées aux sédiments meubles sont moins nombreuses et plus largement eurybathes. Retrouvées du niveau zéro jusqu'aux pentes du talus continental et même plus bas, leurs plus denses accumulations restent néanmoins caractéristiques des zones superficielles du précontinent : L.M.J.U. Van Straaten donne ainsi l'isobathe — 50 pour limite inférieure aux dépôts évaluables de *Turritella communis*, espèce très commune dans notre région. Bien que les amoncellements de Gastéropodes soient donc généralement considérés comme indicateurs de faciès très littoraux, les variations bathymétriques de leur abondance globale n'ont pu encore être précisées en raison du peu d'extension de leurs fragments et aussi de l'habitude communément suivie de confondre leur étude avec celle des Bivalves.

L'analyse quantitative des sables calcaires algériens ayant permis d'isoler nettement chaque fraction, on peut observer (voir fig. 60) que d'une façon générale, les grands amas de coquilles de Gastéropodes sont plus superficiels que ceux des Lamellibranches même si aucune liaison ne peut être faite entre leur importance et la profondeur. Les fractions *Gastéropodes* les plus fortes caractérisent ainsi les petits fonds de la bordure littorale et les premières zones de la plate-forme continentale. Leur masse paraît décroître progressivement vers ces dernières. Au-delà de — 150 m, les Gastéropodes sont presque entièrement remplacés par les Ptéropodes.

L'accumulation en masse des Gastéropodes paraît donc plus liée à la profondeur que celle des Bivalves; *elle n'est cependant pas typique des zones les moins profondes de la bordure littorale.*

### e) Les Brachiopodes et la profondeur.

Contrairement aux observations des géologues dans les formations anciennes, l'abondance des Brachiopodes dans les sédiments meubles actuels a longtemps été considérée comme typique des zones relativement profondes du talus continental, la majeure partie des spécimens vivants ayant souvent été retenue comme « caractéristique » des faciès du début de l'étage bathyal (zone à Brachiopodes et coraux de P.H. Fischer — biocénoses à *Terebratulina caput-serpentis*, *Gryphus vitreus* et *Cidaris cidaris* de J. Pérès et J. Picard).

En ce qui concerne la sédimentation actuelle des Brachiopodes, on a cependant fort peu de données et si les considérations précédentes sont sans doute valables pour l'Atlantique ou la Méditerranée septentrionale, elles doivent être révisées en ce qui concerne les côtes algériennes et plus particulièrement le précontinent bônois.

En effet, bien que l'importance de la fraction *Brachiopodes* ne soit pas, au sein des sédiments, fonction de leur profondeur, j'ai pu remarquer (voir J. Caulet, 1967), que les coquilles ne forment d'amas considérables et quantitativement évaluables que pour *les sables organogènes draguées entre — 45 m et — 80* m. Vers les niveaux plus profonds signalés par les bionomistes comme particulièrement riches en Brachiopodes, les sédiments meubles prélevés ne présentent que fort peu de telles coquilles; et si quelques espèces sont retrouvées sur la bordure littorale, leurs restes demeurent toujours très isolés et peu fréquents.

### f) Les Échinodermes et la profondeur.

Les radioles et surtout les plaques d'Echinodermes et d'Opbiures sont si peu abondants dans les sables organogènes algériens que je n'ai pu établir de diagrammes de répartition bathymétrique pour leurs accumulations.

Source : MNHN, Paris

### g) Les Hexacoralliaires et la profondeur.

Tous les Hexacoralliaires reconnus dans les sables et les graviers organogènes calcaires appartiennent à des formes ahermatypiques considérées comme eurybathes depuis la côte jusqu'aux pentes du talus continental (Y.W. WELLS, 1957). Cependant, dans la région étudiée, leurs débris ne paraissent s'accumuler que sur les petits fonds de la bordure littorale et aux niveaux les plus superficiels de la plate-forme (voir fig. 61). Les résultats sont malgré tout trop restreints pour qu'une conclusion plus générale puisse en être retirée.

### h) Les Débris terrigènes grossiers et la profondeur.

Les multiples observations effectuées sur la répartition en profondeur des débris terrigènes grossiers montrent, depuis longtemps déjà, qu'il n'y a aucun rapport entre la profondeur et l'impor-

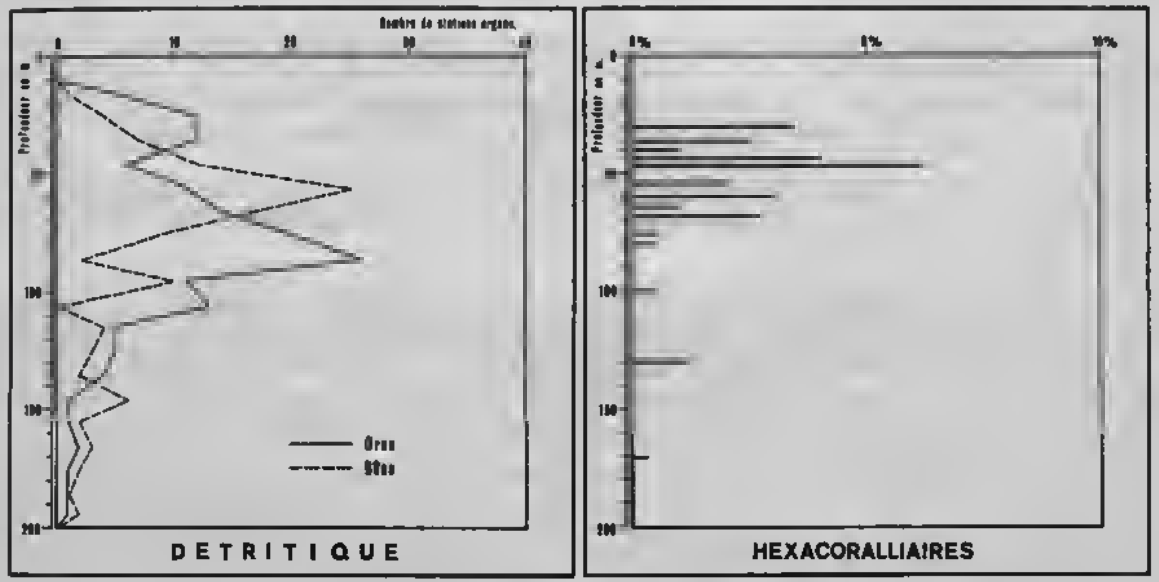



FIG. 61. — Répartition bathymétrique des fractions *Terrigène grossier* et *Hexacoralliaires*.

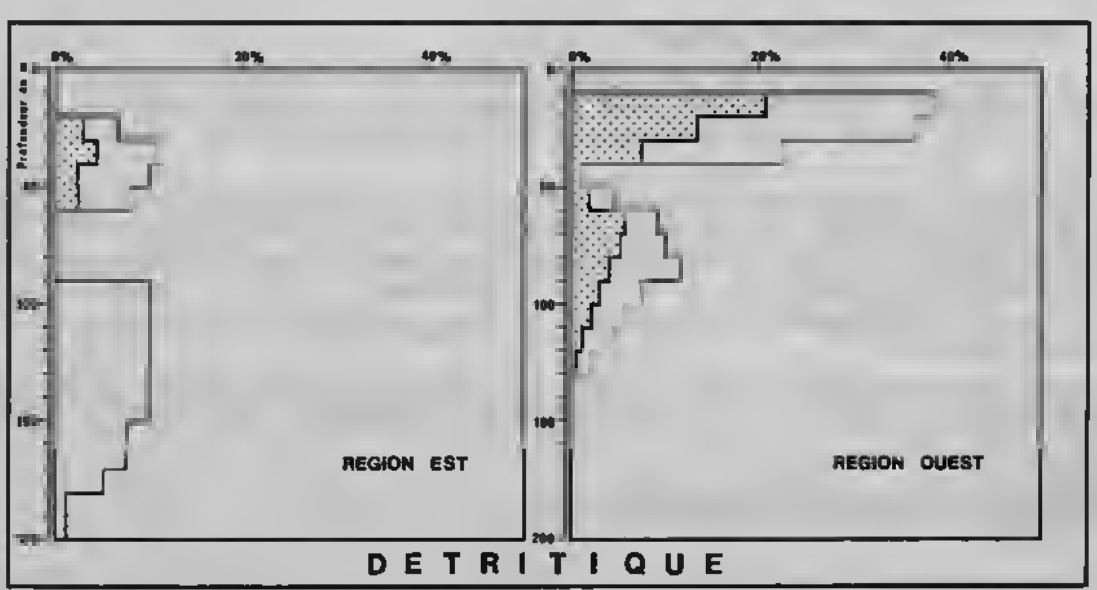



FIG. 62. — Répartition bathymétrique des taux d'accumulation moyen et maximum des fractions *Terrigène grossier*. En grisé, les taux d'accumulation moyens.

Source : MNHN, Paris

tance de la sédimentation terrigène puisque des sables ou des graviers ont été retrouvés sur les rebords continentaux comme dans les grands fonds. Malgré leur faible importance dans les sédiments organogènes algériens, les sables et les sablons terrigènes n'échappent pas à la règle générale puisque j'ai pu en recueillir depuis la bordure littorale jusque sur la pente continentale.

Leur fréquence paraît même plus grande dans les sédiments organogènes de la plate-forme continentale et cela aussi bien dans la région oranaise que dans la région constantinoise (voir fig. 61). Dans ce dernier secteur, ils sont surtout répandus dans les matériaux organogènes étagés entre — 50 m et — 70 m, c'est-à-dire au niveau des *platiers* des golfes de Bône et de Tabarca, tandis qu'en Oranie, ils sont plus communément retrouvés dans les formations du rebord continental entre — 80 m et — 100 m.

Cependant, en examinant la place réelle que ces débris terrigènes occupent dans la sédimentation organogène (voir fig. 62), il apparaît tout de suite qu'ils ne sont vraiment abondants que dans les formations les plus littorales (jusqu'à — 50 m) et que leur proportion ne dépasse pas 10 % dans les sédiments de la plate-forme.

De plus, la diminution de leur importance moyenne, comme de leurs plus fortes valeurs, ne s'effectue pas de façon régulière entre la bordure littorale et la pente continentale, et il y a même, entre les débris terrigènes littoraux et ceux du large, une discontinuité très nette située en moyenne de — 40 m à — 50 m en Oranie et de — 100 à — 130 m dans la région constantinoise.

*Autrement dit, il n'existe pas de gradients d'appauvrissement entre les sables terrigènes issus de l'érosion côtière actuelle et leurs homologues de la plate-forme. C'est donc que le dépôt de ces derniers n'est pas actuel.*

Comme ces particules terrigènes grossières du large présentent toutes, en dépit d'une composition différente, une altération très poussée jointe à une morphologie très arrondie (grains de quartz ronds-mats, fragments de grès quartzite arrondis, débris de granite et roches métamorphiques très altérés), il semble que leur façonnement et leur mise en place se soient faits en grande partie sous un régime sub-aérien et donc antérieurement à l'apport organogène marin qui les ennoie maintenant.

Ainsi, les variations bathymétriques de l'importance des fractions *terrigène grossier* retrouvées dans les sédiments organogènes algériens montrent-elles à l'évidence que *les apports terrigènes grossiers actuels sont restreints aux faciès de la bordure littorale, tandis que les débris terrigènes rencontrés plus bas sont d'un âge plus ancien et probablement mis en place lors d'une régression généralisée du niveau marin.*

### i) Profondeur et Débris bioclastiques.

Dans les sédiments, l'importance des débris organiques dont l'origine est rendue indéterminable par suite de fragmentation, broyage ou usure, est généralement attribuée à l'action des courants marins.

Pourtant, les corrélations que j'ai tentées d'établir entre la bathymétrie et le volume de la fraction *Bioclastique* (voir fig. 63), montrent qu'il n'en est pas tout à fait ainsi. En effet, les plus fortes valeurs présentées par les débris bioclastiques caractérisent les fonds les plus agités, compris entre le niveau zéro et l'isobathe — 40 m (*faciès à bioclastique*), mais les valeurs moyennes ne décroissent pas de façon régulière vers les zones les plus profondes de la plate-forme et parfois même y sont plus fortes.

C'est, semble-t-il, un argument supplémentaire pour penser, comme bon nombre de bionomistes, que *la fragmentation et l'usure des restes organogènes est essentiellement due à l'activité biologique.*

## 2 — COMPOSITION ET SÉDIMENTATION TERRIGÈNE.

Les apports terrigènes grossiers étant, comme on l'a vu, peu importants dans les sédiments organogènes étudiés, il sera surtout question dans ce paragraphe des rapports entre la sédimentation terrigène fine et la composition des matériaux organogènes.

Source : MNHN, Paris

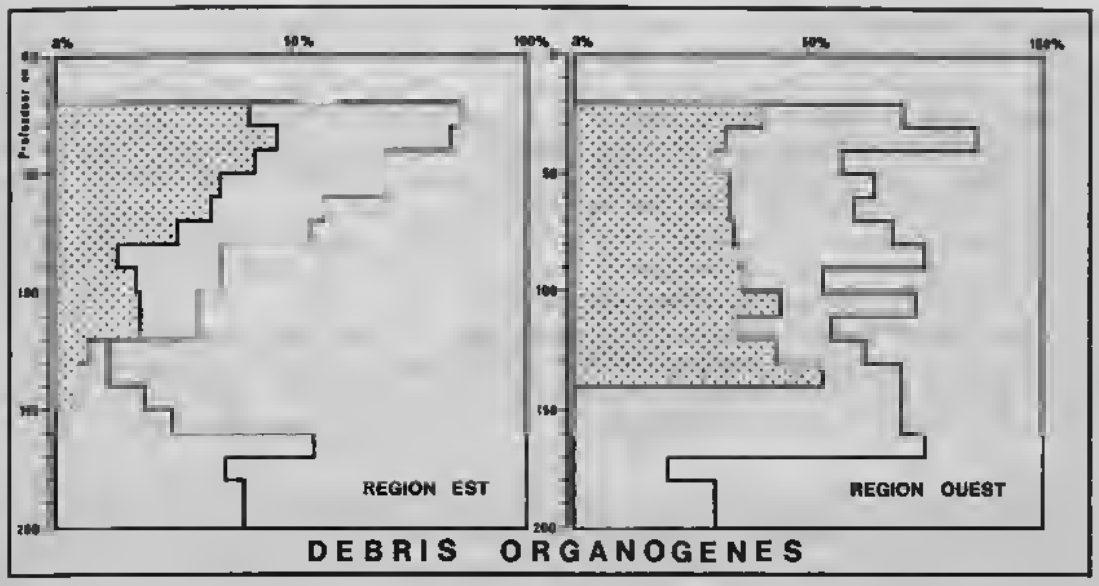



FIG. 63. — Répartition bathymétrique des taux d'accumulation moyen et maximum des fractions *Bioclastique*. En grisé, les taux d'accumulation moyens.

Le volume des apports terrigènes fins est un facteur important de la sédimentation parce que la texture du sédiment-substratum comme la turbidité du milieu marin en dépendent. Par là même, le développement des biocénoses benthiques et la formation des sédiments organogènes y sont grandement soumis.

Cette influence de la sédimentation terrigène fine est naturellement connue depuis longtemps et elle a dernièrement conduit quelques sédimentologistes à regrouper les sédiments de certaines régions selon des « environnements sédimentologiques » différenciés surtout par la valeur qu'y présente le dépôt du matériel terrigène fin. C'est ainsi qu'à la suite des recherches menées par la Scripps sur le delta du Mississipi, L.M.J.U. VAN STRAATEN (pour citer un exemple méditerranéen) reconnait toute une série d'environnements sédimentologiques devant le delta du Rhône et c'est uniquement dans les « *non depositional environments* » qu'il rencontre de véritables accumulations coquillières dont il considère la formation comme « the result of the very small dilution by inorganic sediment » (1960, p. 110).

En fait, si bon nombre d'observations montrent l'étroitesse des relations entre le taux de pélites dans le sédiment et la présence ou l'absence d'organismes bien déterminés (1), les rapports entre le volume de la fraction *terrigène fine* et l'importance des multiples fractions organogènes qui y sont associées ne sont pas encore clairement exprimés.

Pourtant l'analyse des sédiments organogènes algériens prouve que les diverses proportions de débris organiques y sont plus ou moins étroitement liées à l'importance de la phase pélitique et c'est pourquoi j'ai tenté à l'aide des données chiffrées obtenues de préciser dans quelle mesure la composition de ces sédiments est fonction des apports terrigènes fins.

### a) Les Algues calcaires et la Sédimentation terrigène.

Selon toutes les observations patiemment réunies par M^me^ P. LEMOINE (1940), les Mélobésiées ne se développent pour la plupart que sur les fonds où la sédimentation terrigène, grossière comme fine, demeure très faible voire même inconnue. En ce qui concerne les *maerls* actuels, G. BOILLOT note même que cette sédimentation terrigène est un « facteur important » de leur répartition et P. HOMMERIL en arrive à des conclusions identiques pour les dépôts phycogènes du golfe normanno-breton.

(1) Voir en général les travaux de l'Ecole d'Endoume et en particulier les observations de P. SARTENAER (1959) sur les Turritelles du golfe de Fos.



Source : MNHN, Paris

Néanmoins, les thalles peuvent au cours de leur prolifération retenir, piéger des particules fines ou argileuses et A. GUILCHER (1959) fait ainsi remarquer que la fraction fine des *maerls* bretons peut atteindre jusqu'à 6 %. De son côté R. JACQUOTTE (1962) admet, sans donner d'évaluations chiffrées, que les *maerls* méditerranéens supportent un envasement plus marqué que ceux des côtes de Bretagne. Cependant, toutes les observations d'ordre bionomique signalent que le développement en masse des *maerls* ou même des formes crustacées, n'est pas compatible avec la présence d'apports terrigènes dont le taux limite reste d'ailleurs indéterminé.

En fait, aucune analyse quantitative précise du taux d'envasement des formations phycogènes actuelles n'a été effectuée à ma connaissance et j'ai donc essayé de voir ce que pouvaient nous apprendre à ce sujet les sédiments organogènes algériens.

En calculant les fréquences d'accumulations moyennes et maximum présentées par les Algues calcaires pour des proportions de particules fines et pélitiques ($d < 0{,}100$ mm) regroupées selon des intervalles de classe égaux à 5 %, on peut ainsi remarquer (voir fig. 64) que dans les sédiments étudiés, *il n'y a pas de corrélations entre l'abondance des débris de thalles et l'absence de la phase terrigène fine.*

Mais, les sédiments vraiment phycogènes ne renferment jamais plus de 5 % de particules fines ou en sont souvent même complètement dépourvus. D'autre part, lorsque la proportion de ces dernières dépasse seulement un taux de 10 %, les fractions *Algues calcaires* sont si peu fréquentes qu'il n'est plus possible d'avoir une bonne idée de leur valeur moyenne et tous les restes qu'elles contiennent sont morts et en voie d'épigénisation.

*Au large des côtes algériennes, la formation actuelle des accumulations phycogènes ne s'effectue donc que sur les fonds où les apports terrigènes fins sont pratiquement inexistants,* soit parce que les courants empêchent leur dépôt (maerls), soit parce que le milieu n'en est pas largement approvisionné (*coralligène profond*).

*Par conséquent, les Algues mortes isolées dans les vases du rebord continental ou de la bordure littorale ont dû se mettre en place avant la période actuelle.*

*Remarque :* Les apports terrigènes grossiers gênent également la constitution des dépôts phycogènes car lorsque la proportion des sables et sablons dépasse seulement 5 %, celle des Algues tombe au-dessous de 30 % pour devenir très rapidement négligeable.

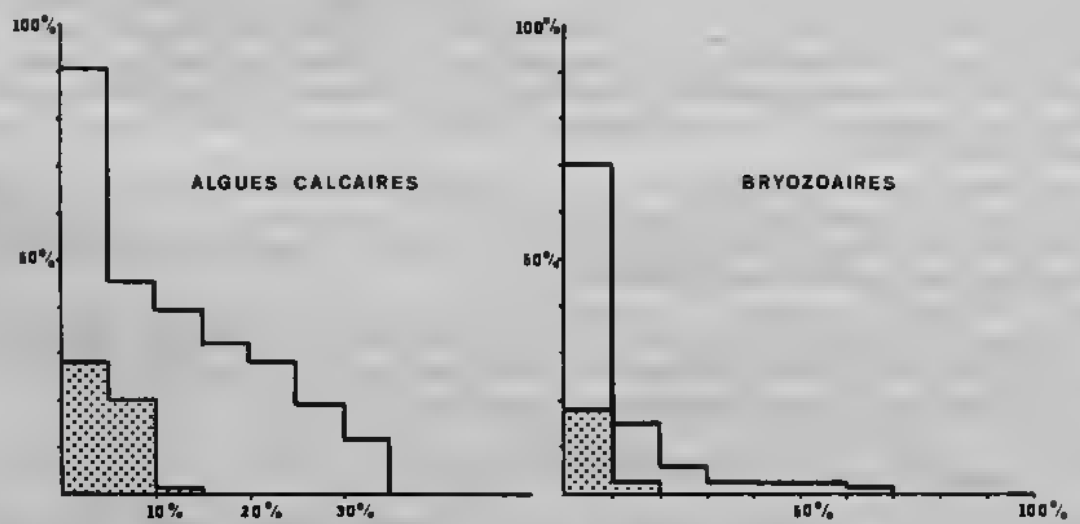



FIG. 64. — Variations de l'importance moyenne et maximale des fractions *Algues calcaires* et *Bryozoaires* en fonction de la teneur en particules fines du sédiment. En abscisses : variations de la teneur en fins en %. En ordonnées : variations de l'importance (en %) des fractions. En grisé : les fréquences d'accumulation moyennes.

### b) Les Bryozoaires et la Sédimentation terrigène fine.

Dans un paragraphe précédent, nous avons pu voir que les Bryozoaires ne s'amoncellent en masse que dans les sédiments organogènes grossiers, sans qu'il y ait pour autant de rapports bien nets entre la texture du sédiment et l'importance de la fraction *Bryozoaires* elle-même.

Source : MNHN, Paris

*C'est qu'en fait, l'accumulation des colonies dépend plus de la teneur du matériau en particules fines, c'est-à-dire de la sédimentation terrigène fine, que du grain moyen ou de l'homogénéité du substratum.*

Les observations que nous avions faites précédemment sur la distribution des colonies dans les sables et les vases nous conduisaient déjà à cette remarque, mais les données fournies par les analyses quantitatives permettent de bien le préciser. D'après la figure 64, on peut voir en effet, que, s'il n'y a pas de corrélations ajustées, *les valeurs maximales présentées par la fraction « Bryozoaires » varient en sens inverse de la proportion en particules fines des sédiments.* Elles ne dépassent ainsi la proportion de 20 % que pour une teneur en fin inférieure à 5 % et lorsque cette dernière est plus élevée que 10 %, les colonies deviennent à leur tour très peu nombreuses (moins de 5 %).

*Comme les Algues calcaires, les Bryozoaires caractérisent donc par leurs grandes accumulations les fonds du précontinent algérien épargnés par la sédimentation terrigène fine.*

### c) Les Bivalves et la Sédimentation terrigène fine.

Les exigences des Bivalves vivants en ce qui concerne la proportion de particules fines dans le sédiment-substratum sont très diverses et assez bien connues. Il y a ainsi des formes qui ne tolèrent pas le moindre « envasement », ou même de petits apports en matériaux sableux, et d'autres qui ne se plaisent, au contraire, que dans les sables fins ou même les vases argileuses. Au cours des chapitres antérieurs, nous avons d'ailleurs passé en revue toutes ces adaptations et rappelé qu'à l'inverse des Algues calcaires et des Bryozoaires les Bivalves s'accommodent fort bien d'un enrichissement du sédiment en pélites.

Cela posé, on sait peu de choses précises quant à l'influence réelle des apports terrigènes sur l'accumulation même des coquilles, sans doute en raison de la diversité des exigences écologiques des Bivalves. Cependant, la distribution des fractions *Lamellibranches* dans les sédiments organogènes algériens paraît liée à la présence d'une phase granulométrique fine (tous les faciès coquilliers sont répartis en auréoles autour des vasières centrales) et on peut se demander jusqu'à quel point, l'accumulation en masse des *B*ivalves n'est pas sans rapport avec la sédimentation terrigène fine ?

De l'examen du nuage de corrélations obtenu en rapportant l'importance des fractions coquillières aux valeurs correspondantes des phases fines, il ressort clairement que la proportion des coquilles n'est pas liée, dans les sédiments organogènes algériens, à la teneur en fins et notamment en argiles, ce d'ailleurs à quoi l'on pouvait s'attendre aisément.

Mais en calculant les valeurs moyennes et maximales présentées par ces *mêmes* fractions coquillières pour des phases fines regroupées en intervalles de classe égaux à 10 %, on peut voir (fig. 65)

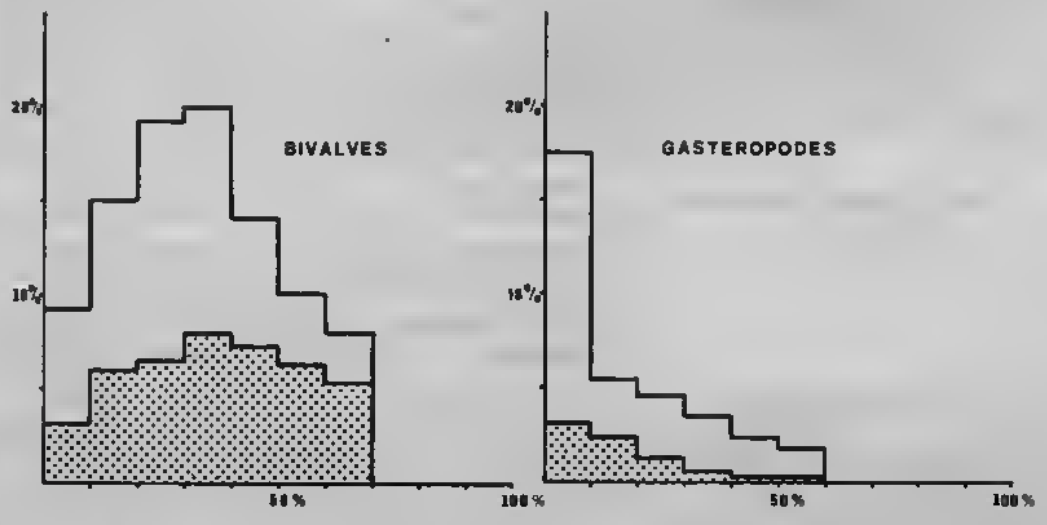



FIG. 65. — Variations de l'importance moyenne et maximale des fractions *Lamellibranches* et *Gastéropodes* en fonction de la teneur en particules fines du sédiment. En abscisses = variations de la teneur en fins en %. En ordonnées : variations de l'importance (en %) des fractions. En grisé : les fréquences d'accumulation moyennes.



Source : MNHN, Paris

que les accumulations les plus fortes caractérisent les sédiments qui contiennent de 20 à 40 % d'argiles et de sablons c'est-à-dire les vases. Cependant, lorsque la teneur en particules fines dépasse 50 %, c'est-à-dire dans les vases organo-terrigènes, l'importance de la fraction *Lamellibranches* se réduit considérablement et devient rapidement négligeable.

Comme les valeurs moyennes ont la même distribution que les valeurs maximales, on peut conclure qu'au contraire des dépôts phycogènes ou de Bryozoaires, *les véritables amas coquilliers ne s'effectuent présentement sur le précontinent algérien qu'à la surface des fonds en voie d'envasement et sont donc surtout produits par des formes mixticoles ou vasicoles.*

### d) Les Gastéropodes et la Sédimentation terrigène fine.

Ces Mollusques étant pour la plupart vagiles ou adaptés aux fonds rocheux, leur accumulation ne doit pas être importante dans les sédiments fins. C'est effectivement ce que montre (voir fig. 65) leur distribution dans les sédiments organogènes algériens. Par là même, leur participation à la constitution des faciès coquilliers de plate-forme s'avère très faible et leurs fractions les plus denses caractérisent les zones où la sédimentation terrigène fine demeure négligeable.

*Remarque :* Le nombre de données étant trop faible, je n'ai pu voir de façon précise si l'accumulation des Gastéropodes était gênée par les apports terrigènes grossiers, mais d'après toutes les observations rapportées précédemment il semble qu'elle soit compatible avec un certain taux qu'il reste à définir.

## 3 — COMPOSITION ET MORPHOLOGIE DES FONDS.

La répartition des divers types de sédiments organogènes sur le précontinent algérien met bien en évidence l'étroitesse des relations qui existent entre l'importance des fractions et le relief des fonds. Rappelons par exemple que les Bryozoaires et les Algues calcaires ne s'accumulent en masse que sur les fonds de la plate-forme situés à proximité des affleurements rocheux tandis que les dépôts coquilliers paraissent restreints aux fonds plats ou déprimés. Indépendamment du relief, la distance à la côte intervient également : la distribution des amoncellements de tests de Foraminifères en est un bon exemple. Finalement, les divers aspects de la profondeur, de la distance à la côte et du relief sous-marin liés en grande partie à la nature du substratum, peuvent d'une façon simple et pratique, être regroupés selon 9 grandes UNITÉS MORPHOLOGIQUES :

TABLEAU XII

| | | |
|---|---|---|
| BORDURE LITTORALE | A. FRANGE LITTORALE | 0 à – 40 m |
| | B. PENTE LITTORALE | – 40 m à – 60 m |
| PLATE-FORME CONTINENTALE | C. FONDS PLATS SANS SUBSTRATUM ROCHEUX | – 60 m à – 90 m |
| | D. FONDS PLATS A SUBSTRATUM ROCHEUX | |
| | E. FONDS A RELIEF ACCIDENTE | |
| | F. HAUTS-FONDS | – 30 m à – 60 m |
| | G. BORDURE ET PENTE DES HAUTS-FONDS | – 60 m à – 90 m |
| | H. REBORD | – 90 m à – 120 m |
| PENTE CONTINENTALE | I. PENTE CONTINENTALE | – 100 m à – 200 m |

*Remarque :* Les profondeurs indiquées ci-dessus doivent être considérées comme les plus communément rencontrées.

En répartissant tous les prélèvements des deux régions oranaise et constantinoise suivant ces unités morphologiques et en calculant pour chacune d'elles les valeurs moyennes et maximales des diverses fractions organogènes importantes, on peut essayer d'évaluer l'influence de la morphologie

Source : MNHN, Paris

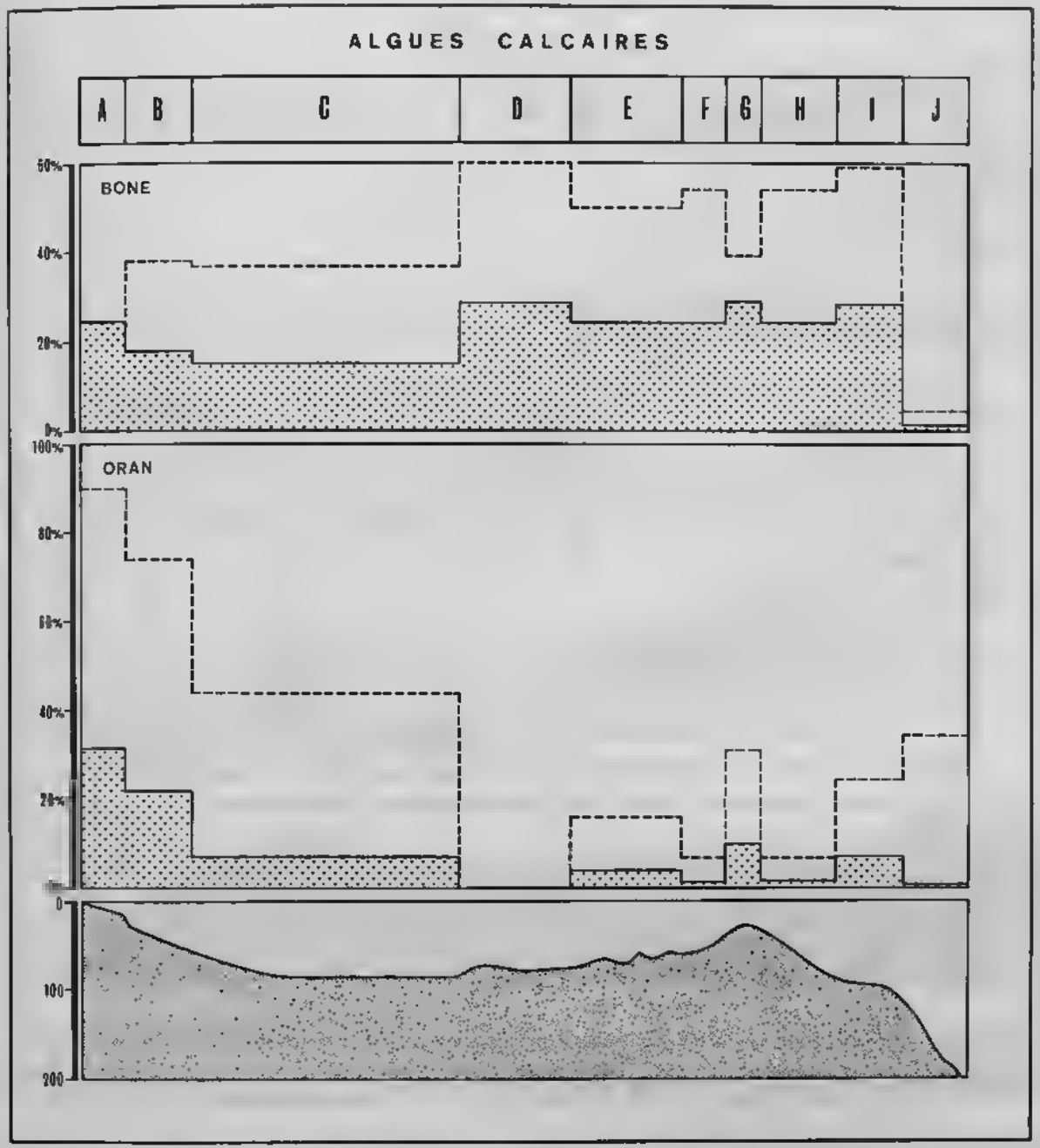



FIG. 66. — Répartition topographique des taux d'accumulation moyen et maximum de la fraction *Algues calcaires*. En grisé, les taux d'accumulation moyens. Les lettres A, B, renvoient aux unités topographiques définies dans le texte.

du substratum sur la sédimentation organogène et déterminer avec une bonne approximation les variations de la composition à l'échelle du précontinent.

### a) Influence de la morphologie sur la sédimentation organogène.

La répartition selon un profil idéal (1) des valeurs moyennes et maximales présentées par chacune des 4 grandes fractions organogènes pour les 9 principales unités morphologiques en donne

(1) Le profil idéal, normal au rivage, est constitué par la juxtaposition des unités morphologiques dans des conditions rappelant autant que possible leurs rapports réels.

Source : MNHN, Paris

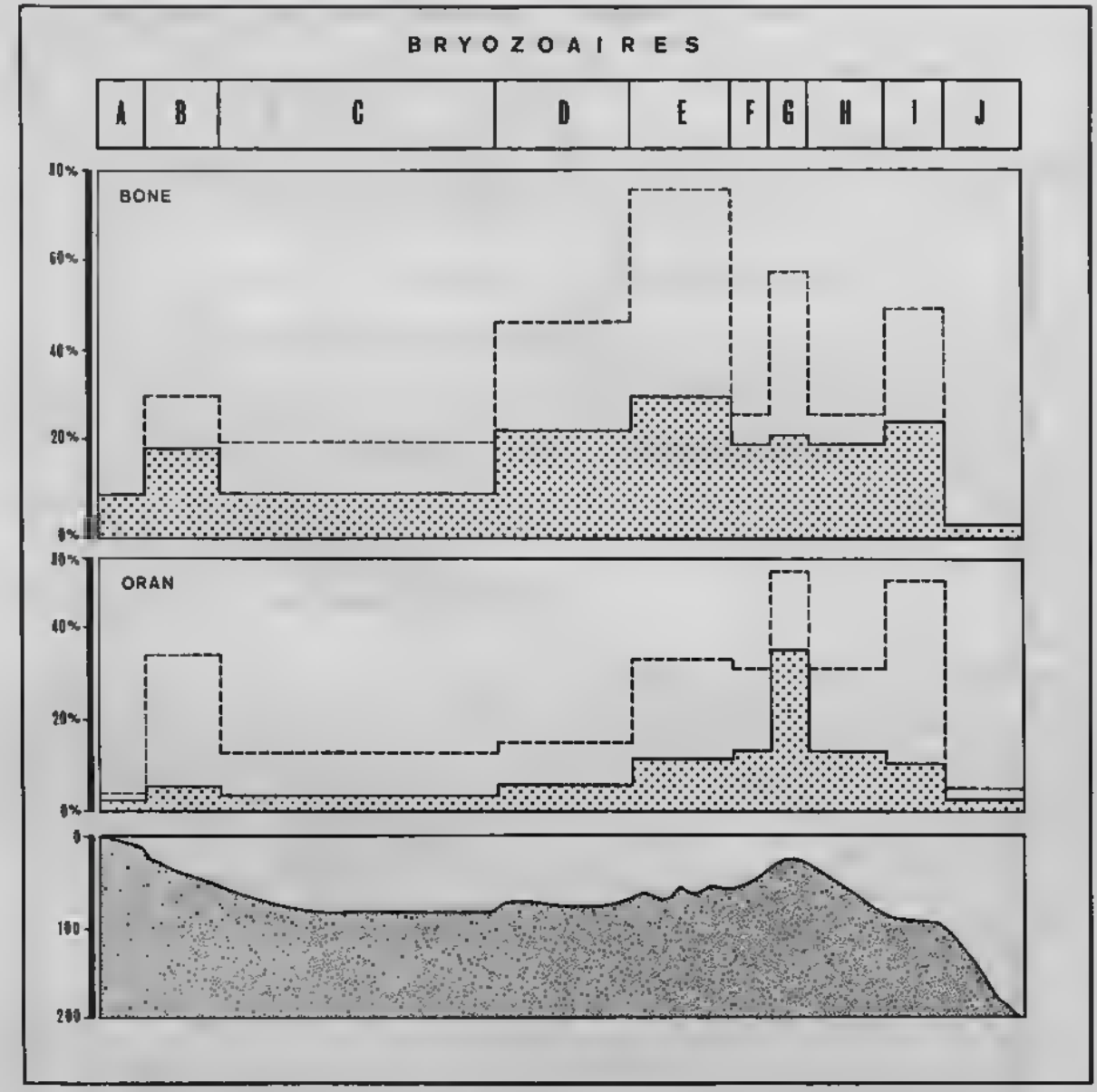



FIG. 67. — Répartition topographique des taux d'accumulation moyen et maximum de la fraction *Bryozoaires*. En grisé, les taux d'accumulation moyens. Les lettres A, B, renvoient aux unités topographiques définies dans le texte.

une bonne idée (voir fig. 66 à 69). Sans s'étendre sur la distribution propre à chaque fraction (1), il est intéressant de préciser les rapports les plus marquants :

— ***Les accumulations de Bryozoaires*** sont ainsi plus importantes, en moyenne, sur les fonds plats à substratum rocheux de la plate-forme que sur les fonds plats sans substratum rocheux.

Pour les fonds à substratum uniformément rocheux, elles sont plus élevées sur ceux qui présentent un relief accidenté, c'est-à-dire de nombreux affleurements, que sur ceux qui sont plats.

Sur les hauts-fonds, elles sont plus fournies que sur la bordure littorale, bien que les profondeurs, les substrats et les apports terrigènes fins soient partout à peu près identiques. On peut penser que cette différence tient surtout à la distance au rivage, c'est-à-dire à l'exposition des fonds aux

(1) Une discussion de la distribution des Bryozoaires, de loin la plus significative, a été donnée dans une note antérieure (J. CAULET, 1968).

Source : MNHN, Paris

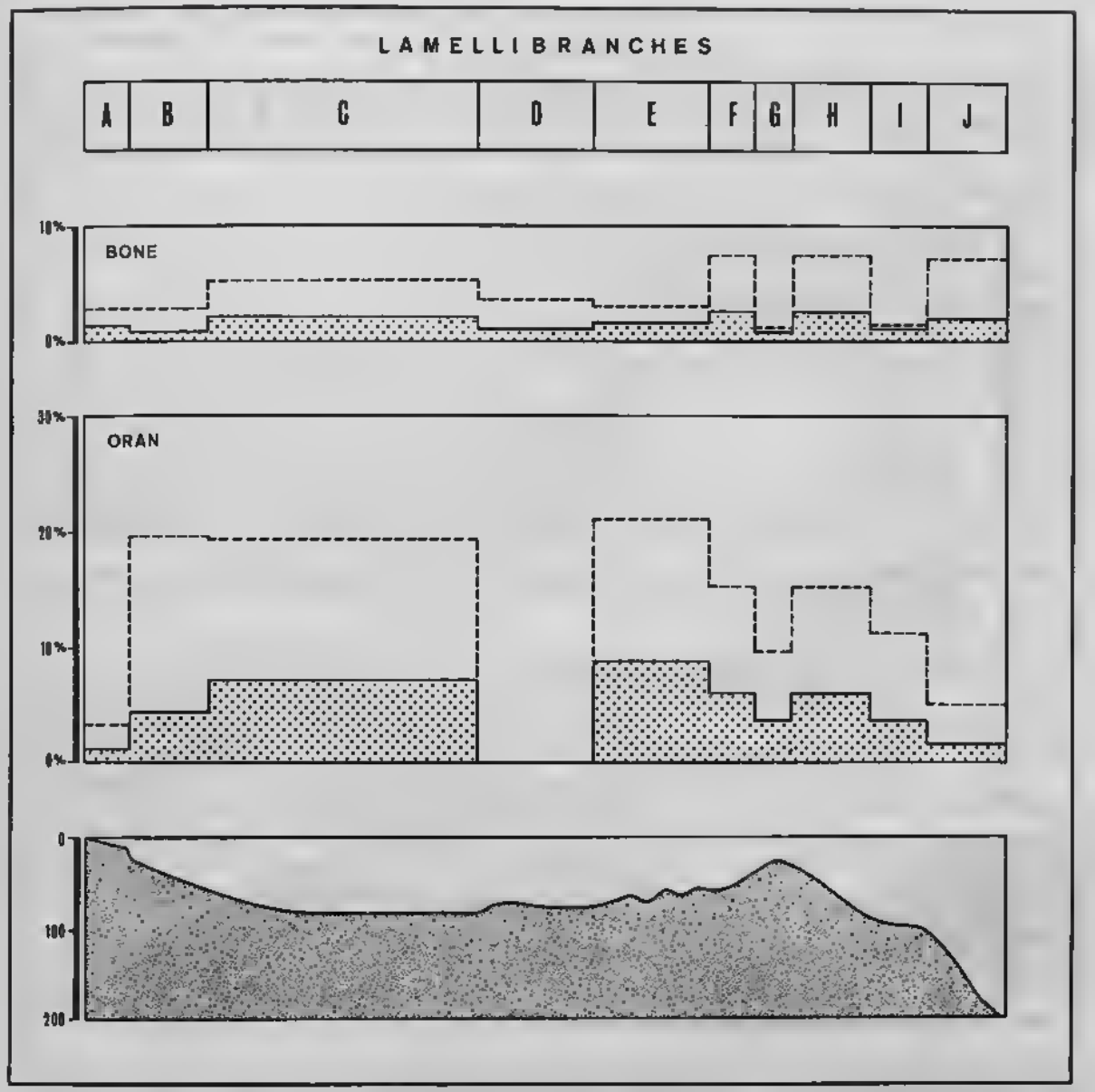



Fig. 68. — Répartition topographique des taux d'accumulation moyen et maximum de la fraction *Lamellibranches*. En grisé, les taux d'accumulation moyens. Les lettres A, B, renvoient aux unités topographiques définies dans le texte.

conditions hydrologiques du large (eaux moins turbides, plancton plus abondant...) mais il reste encore à la confirmer.

— ***L'influence de la morphologie sur le taux d'accumulation des thalles calcaires est tout aussi évidente.*** On peut voir cependant qu'elle varie selon la nature même des peuplements. Ainsi, lorsque les thalles sont de nature arbusculaire, leur accumulation ne s'effectue en masse que sur la bordure littorale et non sur les hauts-fonds où toutes les conditions d'éclairement, d'agitation et de substratum sont pourtant à peu près les mêmes. Si les thalles sont crustacés, c'est l'inverse.

Accumulées de préférence sur les substratums rocheux de la plate-forme littorale, les Algues crustacées se déposent encore plus nombreuses sur les fonds plats que sur ceux qui sont accidentés, au contraire des Bryozoaires.

— ***En ce qui concerne les Bivalves et les Gastéropodes,*** il semble, d'une façon générale, que

Source : MNHN, Paris

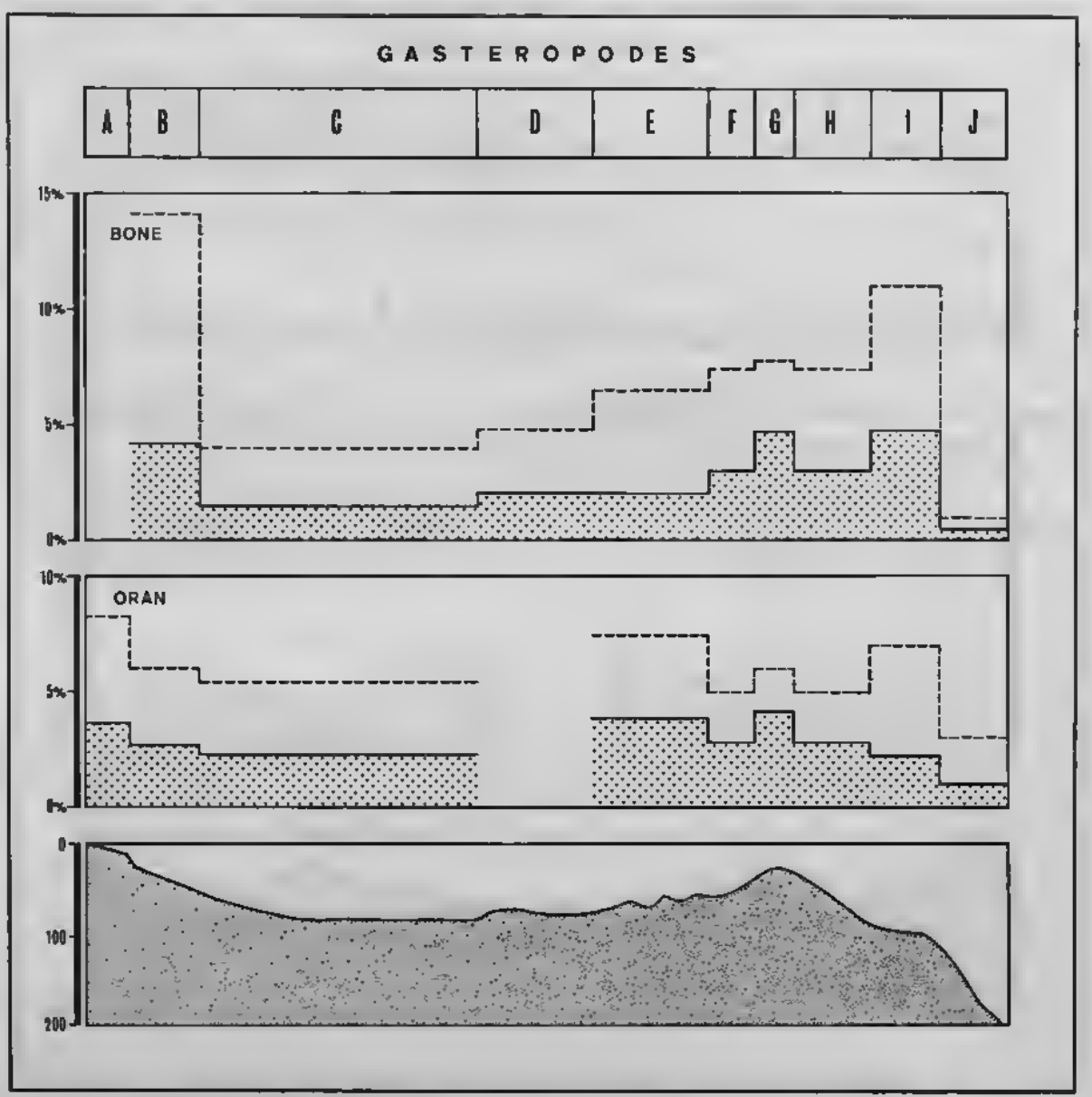



FIG. 69. — Répartition topographique des taux d'accumulation moyen et maximum de la fraction *Gastéropodes*. En grisé, les taux d'accumulation moyens. Les lettres A, B, renvoient aux unités topographiques définies dans le texte.

l'influence de la morphologie soit moins évidente, ce qui est normal en raison de leur plus grande *tolérance écologique*.

Cependant, les Bivalves sont plus abondants sur les fonds sans substratum rocheux que sur ceux qui en ont et leur proportion devient plus élevée sur les pentes des hauts-fond que sur la pente littorale, bien qu'un bon nombre de facteurs du milieu soient à peu près identiques.

Les fractions *Gastéropodes* sont, au contraire, surtout abondantes sur les fonds superficiels où le substratum rocheux affleure largement, ce qui correspond à leurs exigences écologiques. Mais leurs dépôts sont toujours moins denses sur les hauts-fonds que sur la bordure littorale, à l'inverse justement des Bryozoaires.

— ***D'une façon générale, l'importance de la fraction « Bioclastique » n'est pas en rapport avec la morphologie des fonds*** et sa distribution n'a donc pas été présentée.

Source : MNHN, Paris

b) Variations de composition à l'échelle du précontinent.

Elles sont bien mises en évidence par les diagrammes de répartition topographique. On peut les résumer en retenant pour chaque unité morphologique les maximums et les minimums présentées par les valeurs moyennes des fractions principales (voir tableau XIII) (1).

TABLEAU XIII

*Variations des fréquences d'accumulation des différents éléments biogènes sur le précontinent algérien*

| Unités morphologiques | | Fractions à taux moyen d'accumulation maximum | Fractions à taux moyen d'accumulation minimum |
|---|---|---|---|
| Frange Littorale | A | Algues calcaires (*maerls*)<br>Bioclastique<br>Gastéropodes | Bivalves<br><br>Bryozoaires |
| Pente Littorale | B | | |
| Fonds plats sans substratum rocheux | C | Bivalves | Bryozoaires<br>Algues calcaires (*maerls* et crustacées)<br>Gastéropodes |
| Fonds plats à substratum rocheux | D | Algues calcaires crustacées | Algues calcaires (*maerls*) |
| Fonds à relief accidenté | E | Bryozoaires | Algues calcaires (*maerls*) |
| Hauts-fonds | F | Gastéropodes | Bivalves<br>Algues calcaires (*maerls*) |
| Pentes des hauts-fonds | G | | Algues calcaires (*maerls*) |
| Rebord | H | Foraminifères | Algues calcaires (*maerls*) |
| Pente continentale | I | Foraminifères | Algues calcaires<br>Bryozoaires<br>Bivalves<br>Gastéropodes |

On peut voir ainsi que la sédimentation organogène possède des caractères bien distincts sur la frange littorale, les fonds plats avec ou sans substratum rocheux, et les reliefs accidentés de la plate-forme continentale. Par contre, les secteurs où les sédiments organogènes n'ont pas de traits particuliers sont : la pente littorale et les flancs des hauts-fonds.

*De toute façon, les fractions présentent leur taux moyen d'accumulation maximum uniquement sur les surfaces où les conditions de vie sont optimum pour les groupes dont elles dérivent. Ainsi, les rapports entre la composition des sédiments organogènes et la morphologie des fonds qu'ils tapissent, apparaissent-ils comme plus étroits que ceux qui ont été décrits avec la profondeur et la sédimentation terrigène fine.*

C'est qu'à chaque unité morphologique correspondent des valeurs bien déterminées des divers facteurs du milieu marin dont on reconnaît alors les effets, non plus séparément, mais de manière combinée.

En définitive, l'utilisation des Unités Morphologiques permet de mieux rapporter les multiples aspects de la composition aux nombreux paramètres de l'environnement sous-marin et les résultats obtenus laissent espérer que l'analyse quantitative de la composition des sédiments organogènes

(1) Les valeurs moyennes maximales ou minimales non significatives n'ont pas été portées.

Source : MNHN, Paris

anciens pourra donner la possibilité de mieux interpréter les conditions de leur formation et contribuer à mettre en place plns aisément les traits essentiels des paléopaysages sous-marins, contemporains de ces dépôts. Elle devra, pour cela, s'appuyer sur le plus grand nombre possible d'échantillons et être nécessairement complétée par une analyse, quantitative elle aussi, des paléo-accumulations. Nous verrons, en effet, que les rapports entre la morphologie des fonds et l'abondance de bon nombre d'espèces accumulées permettent de préciser les rapports entre la composition et la position topographique des gisements.

## 4 — COMPOSITION ET FACTEURS BIOTIQUES.

Jusqu'à présent, on a essentiellement passé en revue l'influence, simple on combinée, des divers facteurs abiotiques du milieu sur la composition des sédiments organogènes. Il reste à vérifier l'importance de certains facteurs biotiques sur la constitution de ces mêmes sédiments.

D'après J. Pérès et J. Picard, les facteurs biotiques sont ceux qui « inhérents aux peuplements eux-mêmes, soit modifient les facteurs abiotiques, soit conditionnent l'équilibre de la biocénose ». Perceptibles surtout au niveau de la composition des biocénoses, les effets de ces facteurs se marquent, quoique à un degré moindre, dans la formation de quelques faciès organogènes.

En comparant ainsi les relations entre l'importance des fractions *Algues calcaires* et celle des fractions *Bryozoaires,* on peut voir que les nuages de corrélations obtenus pour la région oranaise et la région constantinoise sont très différents (voir fig. 70).

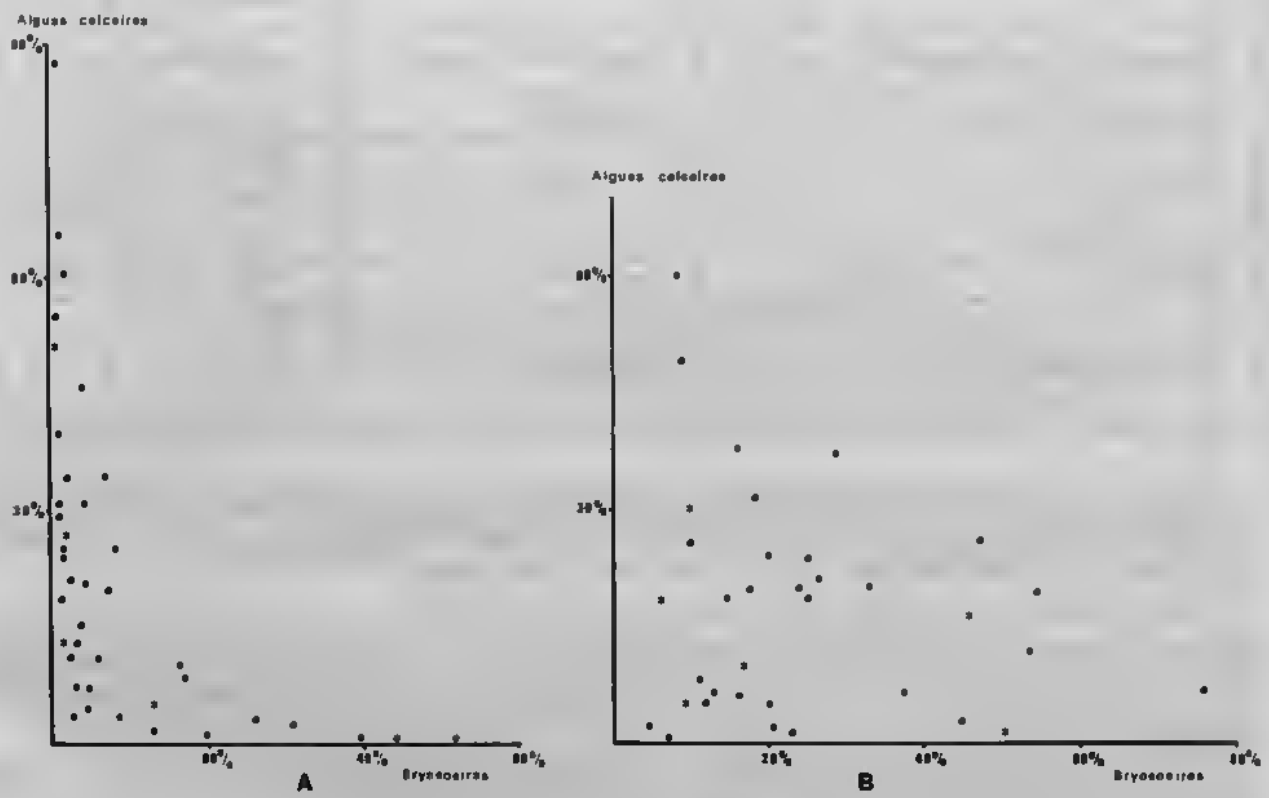



Fig. 70. — Corrélations entre l'abondance des Algues calcaires et l'abondance des Bryozoaires. A : en Oranie; B : dans la région constantinoise.

***Dans la région oranaise,*** l'abondance des colonies de Bryozoaires correspond toujours, dans les sédiments organogènes, à la raréfaction ou même mieux à l'absence complète des Algues calcaires. Dans tous les échantillons où ces dernières forment une fraction supérieure à 10 % en poids du

Source : MNHN, Paris

matériau, j'ai toujours observé une fraction *Bryozoaires* inférieure à 10 %. Inversement, quand l'accumulation des colonies dépasse 20 %, les restes d'Algues ne constituent jamais plus de 5 % des particules.

En Oranie, les densités relativement moyennes des Bryozoaires ne sont donc pas compatibles avec la présence même minime d'Algues calcaires.

*Dans les sédiments de la plate-forme constantinoise,* ce degré d'incompatibilité entre densités moyennes de l'une et l'autre fraction a presque complètement disparu. On peut ainsi remarquer qu'à l'Est d'Alger, les taux d'accumulation maxima des Bryozoaires correspondent aux taux minima des débris de thalles, *mais que les deux fractions peuvent se présenter à densités égales dans un même sédiment.* Parfois même, Algues calcaires et Bryozoaires constituent à eux seuls la quasi-totalité de certains échantillons.

La comparaison des deux nuages de corrélation est finalement intéressante car, en plus de la démonstration renouvelée des différences d'aspect que peut revêtir une même sédimentation organogène en deux régions point trop éloignées, elle montre que ce n'est pas l'absence des Algues calcaires qui conditionne l'abondance des Bryozoaires ou vice versa, mais bien un autre facteur qui rend incompatible en Oranie une association relativement évidente à Bône.

Si on admet, vu le grand nombre d'échantillons analysés, qu'à l'échelle régionale la somme des effets des divers facteurs abiotiques envisagés jusque là (profondeur, agitation, texture du substratum) est à peu près la même sur la sédimentation calcaire en Oranie qu'en Constantinois, il apparaît que seuls des facteurs biologiques, et notamment une modification globale de la nature de l'une ou l'autre des deux fractions, doivent être responsables à un premier degré de ces différences.

Or, nous avons pu voir tout au long de ce chapitre que les Algues calcaires de la région oranaise surtout fréquentes dans les sédiments littoraux sont généralement représentées par des espèces arbusculaires tandis que les fractions *Algues calcaires* de la région constantinoise sont le plus souvent construites par l'amoncellement de thalles lamelleux ou encroûtants. La composition fondamentale des accumulations d'Algues calcaires n'est donc pas la même dans les deux régions considérées.

Comme il s'avère que les colonies de Bryozoaires prolifèrent plus facilement sur les thalles lamelleux que sur les autres, sans doute en raison « des grandes surfaces offertes au développement des larves » (Y. V. GAUTIER, 1962), la raréfaction très sensible dans toute l'Oranie des excellents supports que sont les lames de *Pseudolithophyllum expansum* a contribué à restreindre le degré d'association des Bryozoaires aux Algues calcaires et à modifier l'aspect et la composition de la sédimentation calcaire organogène de la région.

*On voit donc combien la nature des peuplements peut influer sur la composition des biocénoses et également sur la formation des sédiments qui en dérivent.*

## 5 — LES VARIATIONS RÉGIONALES DE COMPOSITION.

La comparaison des nuages de corrélation entre les importances propres aux fractions *Algues calcaires* et *Bryozoaires* dans les sédiments oranais et constantinois met bien en évidence ce qu'avait montré déjà la *séparation régionale* des résultats obtenus dans l'étude des rapports « Profondeur ou Sédimentation Terrigène fine — Importance des Fractions », à savoir : la variation régionale de la composition des sédiments organogènes et même de quelques-uns de leurs faciès.

*La variation régionale de la composition se marque* à l'Est d'Alger, par une très nette diminution des fractions *Lamellibranches* et l'apparition très marquée des restes de Brachiopodes; à l'Ouest d'Alger, le peu d'importance des accumulations de Bryozoaires donne tout son cachet à la sédimentation organogène oranaise.

*La variation régionale des faciès* se traduit par des fluctuations de la nature des accumulations. Ces fluctuations sont immédiatement visibles dans le cas des Algues calcaires et les effets en sont très sensibles, comme on l'a vu. Pour les autres groupes (Bivalves, Bryozoaires, Gastéropodes, Brachiopodes...), les modifications sont moins évidentes et influent beaucoup moins sur la sédimentation organogène.

Source : MNHN, Paris

Si plusieurs parmi les facteurs que nous avons vus sont responsables des variations de composition à grande échelle (raréfaction des fonds soumis aux apports terrigènes fins à Bône, en raison de la topographie plus accusée des *platiers* — approfondissement des substrats durs), ce sont d'autres facteurs qui conditionnent les variations de peuplement à l'échelle du précontinent algérien et font par exemple qu'il n'y a presque plus de champs de *maerl* à partir de la Baie de Castiglione.

Ces facteurs doivent être sans doute recherchés au niveau des caractéristiques physico-chimiques du milieu marin car ils agissent sur la répartition des espèces au sein d'une province où les facteurs édaphiques sont à peu près constants d'une région à l'autre. Pour avoir une idée de leur nature et de leur action, il faut donc envisager l'étude systématique des accumulations et c'est ce qui sera développé dans la seconde partie de ce mémoire.

# II. — LES PRINCIPAUX FACIÈS, RÉPARTITION, ORIGINE

## A — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES ACTUELS

Ce sont les équivalents des « biogenic sediments » de K. O. Emery (1952), qu'on peut ranger avec les sédiments *authigènes* dans le grand groupe des sédiments *protogènes* d'E. Haug.

*Ils sont uniquement composés par les restes des organismes vivant présentement à leur surface et sont donc actuellement en voie de formation.*

Lorsqu'on étudie de grandes surfaces, par exemple un bassin avec domaine continental et abyssal, on subdivise toujours ces sédiments en deux catégories selon qu'ils sont constitués par des tests d'organismes planctoniques (*sédiments planctogènes*) ou benthiques (*benthogènes*). Sur le précontinent algérien, les vrais *sédiments planctogènes* n'existent pas, puisque les vases à Foraminifères renferment plus de débris d'origine benthique que de restes planctoniques. Aussi n'adopterons-nous pas la division précédente et on gardera simplement à l'esprit que tous les sédiments organogènes algériens sont « *benthogènes* ».

Sans revenir ici sur la répartition générale et la composition des sédiments organogènes actuels dont on trouvera une description minutieuse dans les inventaires de F. P. Shepard et de K. O. Emery, on rappellera brièvement que les sédimentologistes français ont pris l'habitude, toujours d'après E. Haug, de les scinder en « *sédiments phytogènes* » et « *sédiments zoogènes* ». En ce qui concerne l'expression de « *phytogène* », il me paraît tout d'abord préférable d'y substituer celle de « *phycogène* » puisque les débris d'Angiospermes marines (Posidonies surtout) ne forment pas à ma connaissance de vrais sédiments d'origine phytale, tandis que les restes des Algues calcaires sont nombreux et participent vraiment à la formation du sédiment. Quant aux *sédiments zoogènes*, on les classe aussi selon la proportion de l'endofaune ou celle de l'épifaune. En réalité, la distinction entre *sédiments phycogènes* et *sédiments zoogènes* est, sur le précontinent algérien, assez peu évidente car les restes de thalles sont répandus à peu près partout où sont installés les débris zoogènes et de plus, les proportions des particules d'origine animale comme végétale sont souvent à peu près identiques.

Je n'ai donc pas tenu compte de cette division tout en réservant le terme de « *sédiments phycogènes* » aux seules formations renfermant pour plus de la moitié de leur poids de thalles calcaires. Pour les mêmes raisons, le terme de « *coralligène* » n'a pas été retenu, son emploi paraissant devoir être réservé aux bionomistes qui lui ont donné un sens précis. Finalement tous ces modes de classement ne rendent pas bien compte de la réalité et il a paru plus simple et plus significatif de donner aux divers faciès organogènes le nom de la fraction qui s'y révèle prédominante.

Quels sont donc les divers sédiments organogènes actuels, quelles sont leur répartition et leur origine ?

Source : MNHN, Paris

## 1 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES ACTUELS DE LA BORDURE LITTORALE.

Ils sont issus des biocénoses infralittorales et circalittorales, installées sur les roches on les sables de 0 à — 60 m environ, dont les restes se mêlent aux apports terrigènes grossiers ou fins venant de la côte. Les éléments qui y présentent leur plus grande abondance sont les tballes des Algues calcaires arbusculaires, les coquilles de Gastéropodes et surtout les débris bioclastiques. Par contre, les Bryozoaires y sont peu nombreux.

— *Les Sables à bioclastique* sont répartis à la limite des plages on des herbiers à Posidonies, aur les surfaces où règne une forte agitation due à la houle, dont l'action est suffisamment intense pour transporter, rouler, nser, polir tous les restes zoogènes comme phycogènes.

Leur extension bathymétrique est aussi réduite que l'étendue de leurs gisements (de — 20 m à — 40 m). Ils peuvent se charger en particules terrigènes grossières et tons les stades possibles peuvent exister entre les sables mixtes et les sables vraiment organogènes.

— *Les maerls* côtiers ne se forment que sur les glacis et dans les chenaux des herbiers à Posidonies, là où les courants sont suffisamment compétents pour empêcher tout dépôt de particules argileuses et où les apports en matériel terrigène grossier ne dépassent pas un taux relativement faible. Leur limite inférieure ne descend généralement pas plus bas que — 45 m. Les biocénoses-sources qui les alimentent en matériaux calcaires sont :

— la biocénose des fonds détritiques côtiers;
— la biocénose des sables grossiers et des fins graviers sous l'inflnence des conrants de fonds;
— la biocénose de l'herbier à Posidonies;
— la biocénose des Algues photophiles.

— *Les Sables à coquillier* sont cantonnés un peu plus bas que les sédiments organogènes précédents, entre les plages de la frange littorale et les zones plns ou moins envasées de la plate-forme continentale. Ce sont des *faciès de transition*. A ce titre, quelques-unes des biocénoses dont ils dérivent sont caractéristiques à la fois des deux étages infra et circalittoral :

— la biocénose des sables fins bien calibrés;
— la biocénose des sables grossiers et des fins graviers sous inflnence des courants;
— la biocénose des fonds meubles instables;
— la biocénose des fonds détritiqnes côtiers.

Si ces sables à coquilles de Bivalves se forment dans un milieu où les courants n'ont pas encore totalement disparu, il reste que la compétence de ces derniers doit être assez faible, les apports d'origine superficielle étant les moins nombreux.

## 2 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES ACTUELS DE LA PLATE-FORME CONTINENTALE.

Leurs composants proviennent uniquement des biocénoses de l'étage circalittoral, installées dans les milieux calmes et relativement *sciaphiles*. Les éléments caractéristiques des peuplements infralittoraux y sont en effet si rares que leur présence peut être considérée comme accidentelle.

Leurs gisements sont beaucoup plus étendus que ne le sont ceux des sédiments organogènes de la bordure littorale et les faciès sont moins variés. C'est que le nombre des biocénoses-sources se réduit considérablement.

— *Les Sables à Algues calcaires crustacées* recouvrent ainsi à peu près tons les fonds durs, non accidentés des plates-formes continentales de la région bônoise compris entre — 55 m et — 70 m. Tons les restes d'organismes animaux comme végétaux sont issus de la biocénose coralligène (type *coralligène de plateau*).

— *Les Sables à Bryozoaires* sont également formés à partir de la biocénose coralligène mais leurs gisements sont restreints aux fonds à relief accidenté, que ce soit près de la bordure littorale (en Oranie surtout), sur les flancs des hauts-fonds (Algérois et Plateau de Djidjelli) ou à proximité du rebord continental. Ils se chargent vers ces niveaux plus profonds de débris appartenant plus spécialement aux peuplements de la biocénose de la roche du large.

BIBL. DU MUSEUM D'HIST.



Source : MNHN, Paris

— *Les Sables et Vases à Coquillier* ont une répartition et une origine toutes différentes. Ils tapissent ainsi les fonds plats ou déprimés situés au voisinage des vasières entre — 60 m et — 80 m. Leurs composants proviennent presque uniquement des biocénoses adaptées à ces surfaces plus riches en pélites et dépourvues d'affleurements :

— biocénose du détritique côtier;
— biocénose des fonds détritiques envasés.

Dans les échantillons les plus proches des vasières, les débris de la biocénose des vases terrigènes côtières deviennent un peu plus fréquents.

### 3 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES ACTUELS DE LA PENTE CONTINENTALE.

Très peu nombreux, ils sont uniquement représentés par des *vases calcaires à Foraminifères* où les débris organogènes benthiques reconnaissables proviennent presque tous des faciès les plus superficiels de la biocénose des vases bathyales.

## B — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES RELIQUES

Les sédiments reliques, sont, d'après K. O. Emery (1968), des sédiments *dont le mode de formation est sans rapport avec les conditions de milieu actuelles*. Ils se distingnent en général par une composition et une texture « anormale ». Les sédiments organogènes reliques sont plus particulièrement reconnaissables grâce aux restes de faunes benthiques caractéristiques de profondeurs plus faibles ou de milieux à salinité et température différentes qu'ils renferment (R. H. Parker, 1960). Tous sont très répandus sur les plates-formes continentales de l'Atlantique, de la Méditerranée et dn Pacifique où leur présence sinon leur âge a été mis en évidence depuis longtemps. Ils forment, par exemple, les « sables bruns » dragués au large de San Diego (K. O. Emery, 1952) et les « sables roux » du plateau continental français au Sud-Ouest de la Bretagne. En Méditerranée occidentale, on les a décrits sous le nom de « sables et graviers dn large » depuis leur déconverte en 1893 par G. Pruvot dans le Golfe dn Lion.

Leur répartition est identique à peu près partout en ce sens qu'ils sont séparés des formations sableuses littorales par des « vasières ». J. Bourcart avait déjà attiré l'attention sur cette remarquable disposition et K. O. Emery recensait en 1968 tous les exemples connus pour en donner une classification et une interprétation. Pour lui, la remontée du niveau marin consécutive à la fonte des masses glaciaires, qui a commencé il y a 19 000 ans est la cause principale des modifications ayant affecté les conditions de milieu et donc la nature des sédiments.

Les sédiments reliques renferment donc des débris qui se sont déposés avant et pendant la transgression flandrienne mais sont cependant restés meubles et non recouverts par la sédimentation actuelle. Cette dernière observation a d'ailleurs suscité de nombreuses explications parmi lesquelles l'action des courants et l'absence d'apports terrigènes fins paraissent les plus adéquates.

En Méditerranée occidentale, les matériaux d'origine ancienne qu'on peut qualifier de « reliques » sont bien connus dans le golfe dn Lion, au large de Sète, dans le voisinage de Toulon, en Corse occidentale et au Sud de la Sicile (1). Le gisement type est celui du Cap Creus découvert par G. Pruvot et renfermant la célèbre « faune froide » à *Cyprina islandica*. Cette faune, d'abord datée comme Sicilienne, est reconnue comme beaucoup plus récente (début de la transgression flandrienne) depuis les travaux de P. Mars (P. Mars, J. Mathely et J. Paris, 1957, P. Mars, 1958). D'une façon à peu près générale, tous ces dépôts reliques sont constitués par nn mélange de faunes appartenant à des niveaux bathymétriques bien distincts et parmi lesquelles J. M. Peres et J. Picard (1955) reconnaissent une population d'origine très superficielle (moins de — 40 m) avec des Lithothamniées et une population plus profonde (détritique côtier) ayant vécu vers — 70 m à — 80 m. Tous ces « sables du

(1) Voir le tableau des gisements connus en 1958 dans l'article de P. Mars et J. Picard : Note sur les gisements sous-marins à faune celtique.

Source : MNHN, Paris

large » ont été retrouvés au dessous de — 120 m, c'est-à-dire au-dessous du niveau probablement atteint par la dernière régression.

Ces sédiments reliques étaient jusqu'à présent inconnus sur le Précontinent algérien. *L'analyse des sédiments organogènes permet de les signaler mais aussi de distinguer les divers faciès qu'ils présentent.*

## 1 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES RELIQUES DU LARGE.

Leurs gisements échelonnés entre — 90 m et — 200 m caractérisent tout le rebord et la pente dn précontinent algérien depnis la frontière marocaine jusqu'à la frontière tunisienne. Leur composition varie très nettement d'Ouest en Est et 3 faciès peuvent être reconnus.

### a) Les sables et vases à Algues calcaires.

Cantonnés dans la région Oranaise (des Habibas à Arzew) et dans la portion Ouest de la Baie de Castiglione entre — 90 m et — 200 m, ce sont les sédiments reliques les plus aisés à reconnaître car ils renferment de nombreux débris de *maerls* morts et usés qui n'ont pu s'accumuler en masse que sous une profondeur d'eau inférieure à — 50 m. D'autres restes organiques moins faciles à retrouver comme les coquilles des Mollusques caractéristiques des biocénoses infralittorales et même de l'herbier à Posidonies confirment la position « anormale » de ces dépôts et indiquent que leur mise en place s'est effectuée dans les mêmes conditions que les *maerls* actuels. Quelques grains de quartz ronds-mats et de rares fragments de grès roulés témoignent en effet de la proximité d'un littoral avec dunes et terrasses au large des côtes basses actnelles mais avec apports terrigènes moins évolués devant les promontoires rocheux (Ouest-oranais, Massif d'Arzew). L'importance des débris bioclastiques comme la relative absence des Bryozoaires sont des indices supplémentaires d'un dépôt en mode battu. Tous ces éléments d'origine très littorale (coquilles, débris de Lithothamninm) peuvent être assimilés aux populations superficielles typiques des « sables et graviers peu envasés » reconnues dans les sables profonds du précontinent provençal (P. Mars et J. Picard, 1958).

Comme elles, leur mise en place n'a pu s'effectuer que durant la période bolocène car aucune espèce pliocène ou quaternaire ancienne n'y a été retrouvée. En raison de l'importance des fractions *Algues calcaires* et de la rapidité de la transgression flandrienne qui s'est déroulée de façon continue tout au moins à son début, il semble même que la majeure partie de ces éléments anciens a dû s'accumuler avant la fin de la dernière période glaciaire.

L'évolntion de ces sédiments reliques ne s'est pourtant pas déroulée de manière homogène depnis leur constitution jnsqu'à l'époque actuelle. Les uns (golfe d'Oran) ont été en effet pen ensevelis par des dépôts organogènes plus récents tandis que les autres (golfe d'Arzew) ont fourni d'excellents substrats aux biocénoses coralligènes qui se sont installées à leur surface dès que la profondeur nécessaire eut été atteinte.

Tous sont actuellement en voie d'ensevelissement sous les apports terrigènes fins actuels.

### b) Les sédiments à Coquillier.

Ce sont surtout des vases circonscrites en gisements extrémement restreints, presque ponctuels, dans la baie de Castiglione et le golfe de Bône (devant Aïn Barbar et au large du Grand Pays), entre — 95 m et — 100 m.

Leur caractère de « sédiments reliques » est moins évident que pour les sédiments précédents en raison de la réduction du nombre des débris de *maerls*, puis de leur disparition complète. Néanmoins, la forte proportion de fragments bioclastiques, la présence de faunes infralittorales et un petit stock d'éléments détritiques éolisés attestent qu'une bonne partie de lenr matériel grossier a été mise en place sous une faible épaisseur d'eau (moins de 40 m) au cours de la dernière période bolocène. Aucune espèce pliocène ou pléistocène n'a pn être en effet découverte. L'absence de *maerls* ne permet malbenreusement pas de préciser si ces peuplements infralittoraux se sont constitués à la fin du dernier stade glaciaire, e'est-à-dire pendant la dernière régression ou bien s'ils datent du débnt de la transgression suivante. On peut penser que les faunes de Mollusques sont contemporaines de cette

Source : MNHN, Paris

dernière vu leur petit nombre, et que la masse des débris bioclastiques a dû se former auparavant, mais en fait, on ne peut l'affirmer.

Quoi qu'il en soit, l'évolution de ces sédiments a été différente de celle des premiers puisqu'ils ont servi de substratum à des biocénoses *mixticoles*, probablement de type « détritique côtier », qui y ont abandonné un grand nombre de coquilles et donné au matériau son faciès actuel de sédiment à coquillier.

Comme les sables à Algues calcaires, ces dernières formations sont en voie d'ensevelissement sous les apports terrigènes fins actuels.

c) Les vases organo-terrigènes à Bryozoaires.

Cantonnées sur les glacis des *platiers* de la région bônoise, elles renferment deux sortes d'éléments organogènes reliques.

Les plus anciens sont analogues à ceux qui constituent le peuplement infralittoral des vases à coquillier. Leur mise en place s'est effectuée à la même époque. Ce sont les moins abondants. Le second stock d'éléments reliques est formé de Bryozoaires et de fragments d'Algues calcaires crustacées. Tous ces débris, morts, partiellement épigénisés, ne sont plus issus des anciennes biocénoses infralittorales mais plutôt des biocénoses *coralligène de plateau* proliférant vers — 70 m à — 90 m. Leur dépôt est donc plus récent puisqu'il n'a pu se réaliser que lorsque le niveau zéro s'est élevé d'autant au-dessus de ces fonds. On peut penser qu'il a commencé un peu avant la fin de la transgression flandrienne. Mais loin de se poursuivre à notre époque, ce type de sédimentation organogène a été arrêté par un apport de particules terrigènes fines qui a provoqué une modification de la nature des biocénoses-sources et commencé à enfouir le substratum grossier.

## 2 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES RELIQUES DES PLATES-FORMES ET CORNICHES.

Sur les étroites bordures continentales qui prolongent les grands promontoires cristallins du précontinent kabyle, il n'a pas été possible de draguer de sédiments organogènes reliques semblables par l'origine et la répartition à ceux que nous venons de décrire. Vers les niveaux où ces sédiments reliques pourraient se trouver, tous les fonds sont en effet uniformément recouverts de vases et de boues terrigènes fines.

Un peu plus haut, sur le précontinent, on peut cependant distinguer une seconde catégorie de matériaux organogènes anciens.

*Ce sont les vases à Bryozoaires ou à Algues calcaires* dont la majeure partie des composants organogènes ne peut provenir des biocénoses installées actuellement sur ces fonds soumis à une sédimentation terrigène fine parfois intense. Les fragments de colonies et de thalles sont en effet d'origine « coralligène ». L'âge de ces matériaux organogènes est ainsi plus récent et plus imprécis que celui des débris littoraux du rebord continental car leur dépôt a commencé, comme celui des éléments coralligènes des vases mixtes précédentes, seulement vers la fin de la dernière transgression mais a pu s'arrêter aussi bien il y a 3 000 ans que quelques années. Leur répartition est par là même très variée, en profondeur comme à distance du rivage (— 60 m en Baie des Jeunes Filles, — 80 m à — 100 m sur la plate-forme de Tabarca).

Comme les sédiments reliques du rebord, ces derniers sont actuellement peu à peu reconverts par des apports terrigènes fins et montrent que l'envasement général du précontinent algérien est un phénomène relativement récent, postérieur en tout cas au début et au déroulement de la transgression flandrienne.

## 3 — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES RELIQUES DE LA BORDURE LITTORALE.

En tenant compte rigoureusement de la définition même des sédiments reliques, on peut faire entrer dans cette catégorie *toutes les vases à Algues calcaires de la bordure littorale* (au voisinage de Kristel et de la Stidia) et *les vases à Coquillier de Port-aux-Poules*, draguées devant l'embouchure de La Macta.

Source : MNHN, Paris

Toutes renferment, en effet, de nombreux débris de *maerl* et de coquilles qui n'ont pu se déposer au sein du sédiment actuel riche en pélites et constitué par conséquent en mode relativement calme. Les *maerls* comme les restes des faunes infralittorales sont typiques des fonds balayés par des courants assez vifs et n'ont donc pu s'accumuler qu'avant l'arrivée des apports terrigènes fins qui les y recouvrent actuellement d'une mince pellicule. L'instabilité de la sédimentation est d'ailleurs bien mise en évidence par l'abondance des formes indicatrices d'instabilité.

En fait, ces faciès sont très particuliers et leur appartenance au groupe des sédiments reliques n'est sans doute que provisoire. Les apports terrigènes sont très localisés sur la bordure littorale et rien n'empêche qu'ils puissent être interrompus ou tout simplement déplacés. C'est sans doute le cas des limons déversés par La Macta dont l'importance est variable avec les années (observations personnelles). La sédimentation organogène reprendrait alors son ancien caractère.

***

Toutes ces observations montrent, en définitive, que la séparation entre sédiments organogènes actuels et sédiments organogènes reliques n'est pas très marquée. Cela provient incontestablement du fait que tous les faciès organogènes comprennent à la fois des éléments anciens et des éléments actuels.

Encore les éléments anciens peuvent-ils avoir été mis en place au début de la période holocène, comme au cours de la transgression flandrienne et également il y a quelques centaines d'années ou tout simplement il y a quelques années.

Dans quelques cas, des éléments organogènes encore plus vieux, ayant subi une érosion sub-aérienne et peut-être même une certaine cimentation, se mêlent aux précédents : ce sont *les éléments organiques résiduels* (K. O. Emery, 1952).

Dans quelques cas, leur reprise par l'érosion marine, notamment littorale, a été relativement forte et leur nombre est plus important que celui des éléments reliques ou actuels; on peut dire alors qu'ils forment de véritables « sédiments organogènes résiduels ».

## C — LES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES RÉSIDUELS

Ils sont pratiquement restreints à la région constantinoise de Philippeville à Tabarca.

### 1 — LES SÉDIMENTS A BIOCLASTIQUE.

La teneur en matériaux terrigènes grossiers ou fins de ces sédiments est très variable, puisque l'on peut y distinguer des sables ou des vases, organogènes comme organo-terrigènes. Mais leur composition présente un certain nombre de caractères communs qui leur confèrent une allure très particulière et dénotent leur origine ancienne.

Leurs gisements sont tous circonscrits aux abords immédiats de la bordure littorale entre — 40 m et — 55 m. Malgré cette répartition, ils renferment de nombreux débris de Mélobésiées et de Bryozoaires dont la forme indique qu'ils sont issus de biocénoses coralligènes. Ces restes se mêlent à une très forte proportion de débris bioclastiques (plus de 90 % de la phase granulométrique grossière) et portent comme eux les marques d'une rubéfaction très poussée qui donne à ces sédiments l'aspect caractéristique des « sables fauves ». De nombreuses particules détritiques terrigènes soulignent encore que la majeure partie du matériel a été remaniée sous climat sub-aérien.

Ce matériel ne peut provenir de l'érosion car, outre le fait que les gisements sont séparés souvent de la côte par des vases silico-argileuses, les organismes d'origine infralittorale sont pratiquement absents. Si l'on retient d'autre part que le stock organogène non actuel de ces sédiments est en grande partie d'origine coralligène et porte en même temps toutes les traces d'un remaniement sub-aérien, on peut estimer que sa mise en place est bien antérieure à celle de tous les matériaux organogènes actuels ou reliques que nous avons déjà décrits et a dû se réaliser en tout cas *bien avant la dernière régression tardiglaciaire.*

Source : MNHN, Paris

Ce matériel est donc bien d'origine résiduelle. Mais l'absence de formes identifiables ne permet malheureusement pas de savoir s'il s'agit de matériel pliocène ou pléistocène.

### 2 — LES VASES ORGANO-TERRIGÈNES DRAGUÉES AU LARGE DU DAHRA.

Elles ne sont pas à proprement parler des sédiments résiduels, mais elles renferment en plus d'une grande proportion de débris organogènes actuels et sans doute reliques, quelques restes dont l'origine nettement antétardiglaciaire a pu être déterminée.

C'est en effet dans leurs phases granulométriques grossières que j'ai pu retrouver des débris patinés, rubéfiés, de *Biflustra savartii f. delicatula*, espèce plus typiquement « chaude » que les autres Bryozoaires vivant actuellement en Méditerranée et datant soit du Pliocène soit du Pléistocène circumméditerranéen.

A vrai dire, on voit que la séparation entre sédiments organogènes reliques et sédiments organogènes résiduels n'est pas plus aisée qu'elle ne l'est entre sédiments organogènes reliques et actuels. En fait, on peut estimer qu'une bonne partie des restes organogènes, si fragmentés et si usés que leur origine est incertaine, peut provenir de dépôts anciens, pléistocènes, pliocènes et peut-être même plus anciens. Rappelons à ce propos que les Coccolithes probablement tertiaires ne sont pas rares dans les sédiments du précontinent algérien, de même que quelques débris d'Algues calcaires dans les vases du rebord oranais.

En définitive, l'apport actuel de nature organogène est peu important si l'on excepte quelques zones bien délimitées (autour des biocénoses coralligènes par exemple), en raison sans doute de la très faible densité des organismes benthiques vivant présentement (1). Les sédiments organogènes algériens sont donc le produit provisoire de l'évolution suivie par la sédimentation organogène calcaire pendant toute la durée de la période plio-pléistocène. Malheureusement, les remaniements successifs, subaériens comme sous-marins, de même que le hasard des dragages, font que seule l'évolution de la sédimentation au cours de la période holocène peut être retracée avec précision.

## III. — ÉVOLUTION DE LA SÉDIMENTATION ORGANOGÈNE CALCAIRE AU COURS DE LA PÉRIODE HOLOCÈNE

Dans son ultime étape, l'étude des sédiments organogènes algériens nous conduit donc à dresser, dans ses grandes lignes, une esquisse générale de l'évolution suivie par la sédimentation organogène calcaire tout au long de la période holocène, depuis le dernier maximum glaciaire jusqu'à nos jours. Cette évolution s'est poursuivie sous le contrôle des divers facteurs du milieu marin, selon le processus décrit, mais résulte en fait des deux grands phénomènes qui ont affecté l'ensemble de la marge continentale et se sont plus ou moins relayés dans le temps :

— la remontée du niveau marin qui a provoqué, entre — 19 000 ans et — 7 000 ans environ, une véritable *migration* des biocénoses marines depuis leurs anciens emplacements jusqu'à leur biotopes actuels;

— l'augmentation progressive des apports terrigènes fins qui a débuté un peu avant la fin de la transgression flandrienne et introduit un profond déséquilibre sédimentaire entraînant la destruction et le remplacement d'un grand nombre de peuplements.

Enfin, cette évolution s'est modelée sur le cadre géomorphologique préexistant, produit lui-même de l'évolution diastrophique récente de toute la bordure continentale nord-africaine.

(1) A ce sujet, les seules données quantitatives dont on dispose encore aujourd'hui sont les mesures effectuées par R. Sparck en 1908 en baie d'Alger !

Source : MNHN, Paris

## A — LA SÉDIMENTATION ORGANOGÈNE AVANT LA TRANSGRESSION FLANDRIENNE

Les sédiments organogènes reliques et résiduels du large montrent que lors de la dernière grande régression marine qui a eu lieu, il y a environ 20 000 ans, le niveau zéro de la mer s'est retiré aux alentours de — 110 on — 120 m, laissant à découvert la majeure partie de la plate-forme continentale. Les sédiments pléistocènes ou mio-pliocènes qui la recouvrent alors et qui ont d'ailleurs été remaniés au cours des multiples oscillations de la mer durant tout le Quaternaire, sont à ce moment-là soumis à une altération prolongée en milieu sub-aérien semi-aride (K. Brunnacker, 1969; G. S. Carvalho, 1953). L'érosion et le transport éolien sont relativement intenses puisque de grands massifs dunaires se forment sur toutes les zones littorales planes et dégagées (au large d'Oran, d'Arzew, de Castiglione et surtout de la plaine bônoise, J. Hilly et J. Morel, 1956). Les anciens dépôts organogènes (sables coquilliers du Dabra, formations bioclastiques de Bône) sont repris en même temps et la plupart de leurs particules sont polies et recouvertes d'une épaisse patine d'hydroxydes de fer. Les circulations d'eaux commencent à cimenter partiellement une bonne partie de ces dépôts.

De leur côté, les grands massifs littoraux de l'Oranie (*horsts* et appareils éruptifs) subissent une érosion suffisamment forte pour que de grands glacis, formés par les matériaux arrachés, s'étalent autour d'eux à la fois vers l'intérieur du continent (A. Perrodon, 1957) et vers la flexure continentale, sur l'actuelle plate-forme continentale. Plus à l'Est, les éboulis quaternaires plaqués sur les côtes abruptes de la Kabylie (cap Bougarouni) sont repris et façonnés par l'érosion marine et terrestre.

Devant les grands glacis et sur toutes les zones de seuils (Oranie, devant le Chenoua, et le Ras Acrata, au large des *platiers* Bônois), sont installés des herbiers, avec toutes les biocénoses de la roche infralittorale, des champs d'algues et des trottoirs. Entre les herbiers, dans les sables des petites plages, prolifèrent toutes les espèces des biocénoses *gravellicoles* et *sabulicoles* de l'étage infralittoral.

La mer érode progressivement les terrasses et les falaises côtières, disperse les matériaux grossiers dans la zone du déferlement et crée soit de petits replats comme sur les corniches littorales (Aïn Barbar), soit de véritables talus d'accumulation comme devant les *platiers* du golfe de Bône, par exemple. Sur ces talus, en contrebas des herbiers ou des plages, tous les peuplements de l'étage infralittoral ou circalittoral déposent peu à peu leurs débris : Bivalves et Gastéropodes littoraux adaptés aux fonds agités, Lithothamniées, Bryozoaires superficiels... Toutes ces formes doivent être accompagnées du cortège habituel d'Echinodermes, d'Annélides dont malheureusement il ne reste rien.

En Oranie où les conditions de milieu s'y prêtent (comme elle s'y prêtent encore), les Lithothamniées construisent de véritables champs de *maerl*, plus étendus que ceux qui bordent les herbiers actuels. Devant les côtes dunaires de Bône et devant le Dabra, de grandes accumulations de coquilles les remplacent. En bordure des rivages déprimés et peut-être inondés (centre du golfe d'Arzew, de la Baie de Castiglione, Baie d'Alger, au débouché des chenaux ravinant les ensembles dunaires de Bône à La Calle), une sédimentation très différente, essentiellement terrigène fine (apports fluviaux, remontées de vases à l'abri des seuils) se poursuit avec sans doute des épibiocénoses dont aucune trace n'a encore été retrouvée et parmi lesquelles il est possible qu'aient pris place les espèces froides atlantiques que nous n'avons pas vues dans les sédiments organogènes.

Puis, le niveau marin se déplace, entraînant un bouleversement radical des conditions de milieu littorales.

## B — LA SÉDIMENTATION ORGANOGÈNE PENDANT LA TRANSGRESSION FLANDRIENNE

La remontée de la mer qui débute il y a environ 19 000 ans induit une *migration* progressive de toutes les biocénoses vers la ligne de rivage actuelle. Mais la continuité et la relative rapidité de la progression, qui est presque achevée vers — 7 000 ou — 6 000 ans (selon F. P. Shepard), empêche la

Source : MNHN, Paris

formation de dépôts organogènes côtiers à divers niveaux de la plate-forme continentale, les peuplements littoraux devant probablement coloniser assez rapidement de nouveaux domaines. On ne retrouve d'ailleurs pas leurs traces entre les zones profondes du rebord et la bordure littorale.

A la suite des biocénoses infralittorales, des biocénoses de type précoralligène s'installent sur les anciennes dunes ou bordures rocheuses, partiellement abrasées par la remontée de la mer et qui fournissent de bons substrats durs. Puis, l'épaisseur d'eau augmentant, elles cèdent la place à leur tour aux biocénoses typiquement coralligènes, et surtout « *coralligène de plateau* », mieux adaptées à des conditions de plus grande sciaphilie. Ces biocénoses coralligènes s'étendent sur la majeure partie de la plate-forme continentale (anciennes dunes, anciens éboulis, anciens glacis d'accumulation) non soumis à la sédimentation terrigène fine. Dans les zones déprimées des plates-formes et dans les chenaux des anciens massifs dunaires s'établit sans doute une sédimentation plus fine avec des peuplements particuliers qu'on peut sans trop se tromper rattacher aux « faciès du détritique côtier » ou à divers « faciès vasicoles ».

La nouvelle stabilité du niveau de la mer permet le développement des biocénoses sur leurs nouveaux biotopes et la sédimentation organogène s'achemine vers son mode actuel.

Mais, au moment où la transgression s'achève, les conditions climatiques se modifient et les apports terrigènes fins en augmentant de volume produisent un nouveau déséquilibre dans les conditions de milieu, modifiant la répartition et l'importance de la sédimentation organogène.

## C — L'ENVASEMENT DU PRÉCONTINENT ALGÉRIEN

L'envasement du précontinent algérien par des apports terrigènes fins est un phénomène bien connu (J.Bourcart), mais l'analyse des sédiments organogènes permet de préciser à quel moment il a débuté et sous quelles formes il s'est réalisé.

L'accroissement des apports fins, et en particulier des apports argileux, n'a pu s'instaurer qu'une fois la mer à peu près arrivée à son niveau actuel, c'est-à-dire entre — 6 000 et — 5 000 ans. Ainsi en témoignent les nombreuses vases à Algues calcaires et à Bryozoaires des plates-formes ou des corniches littorales dont tous les fragments de thalles et de colonies sont d'origine coralligène et n'ont donc pu se déposer qu'à la profondeur actuelle mais en l'absence de toute sédimentation terrigène fine importante.

A ces preuves d'ordre sédimentologique et local s'en ajoutent d'autres, découlant d'études plus générales. L'augmentation des apports terrigènes fins sur le précontinent algérien résulte en effet de la reprise de l'érosion continentale. Or, l'on sait d'après l'analyse des variations de climat au cours de la période pléistocène et holocène (voir fig. 1, p. 322 *in* R. F. Flint et F. Brandtner, 1961) qu'après le réchauffement progressif du climat qui a suivi la fin de la dernière phase glaciaire, le maximum d'aridité dans l'hémisphère Nord s'est produit il y a environ 5 000 ans. D'autre part, sur le pourtour de la Méditerranée, la phase semi-aride froide du dernier glaciaire a été suivie d'une période relativement humide, provoquant l'installation d'une couverture herbacée et arborescente importante sur toute l'Afrique du Nord (P. Quezel, 1963) et ralentissant par là même l'érosion des sols. Dans les plaines littorales (plaines de l'Habra, de la Mitidja, de Bône) s'instaurent parallèlement de grands marécages, filtrant les apports des oueds : « Après la régression flandrienne, marquée par l'accumulation d'importants glacis, une période humide voit l'installation d'un régime marécageux notamment dans la plaine de Relizane » (A. Perrodon, 1957).

Cependant, vers — 5 000 ans, ce climat humide passe progressivement à un climat semi-aride, plus sec, qui fait reculer vers le Nord la strate arborescente et éclaircit la couverture herbacée. L'érosion reprend, les oueds creusent leurs lits et s'acheminent vers leur régime actuel de crues rapides et d'étiages presque nuls. Pour J. Boulaine (1957, p. 83) : « La diminution des marécages de la terrasse récente, l'abaissement des nappes, l'évolution actuelle plus lente des sols, permettent d'avancer... que le climat de nos régions (Plaine du Chelif) s'est bien transformé dans le sens d'une augmentation de l'aridité. Cette transformation aurait eu lieu non pas depuis la période romaine, mais il y a environ 3 millénaires ».

Source : MNHN, Paris

Ainsi, la modification générale du climat intervenue vers — 5 000 ans n'a commencé à faire sentir ses effets dans le domaine marin que 1 000 ou 2 000 ans après, c'est-à-dire après que les nonveaux biotopes conquis par la mer se soient peuplés et enrichis de dépôts organogènes.

Cependant, les *maerls* de Kristel, les vases à Bryozoaires de la Baie des Jeunes Filles et les vases à Coquillier du Dahra, montrent que l'envasement du précontinent algérien n'est pas stoppé, qu'an contraire il se poursuit. Il semble même qu'il s'aggrave. Et on peut alors se demander jusqu'à quel point, cette modification des conditions du milieu marin n'est pas due, en partie, à l'action de l'bomme. Pour J. Boulaine en effet « depuis 3 000 ans, le déboisement, les défrichements et l'érosion qui en sont la conséquence, ont amené dans le lit des oueds des masses de matières déposées en partie dans les plaines alluviales ».

On irait ainsi progressivement si les opérations de reboisement entamées depuis quelques années ne portent pas leur fruit, vers un rétrécissement de plus en plus marqué des biocénoses « coralligènes » on « infralittorales » et vers nne diminntion consécutive de la sédimentation organogène.

## D — SÉDIMENTATION ORGANOGÈNE ET DIASTROPHISME

Bien qu'on pnisse communément observer, lors des grandes crues hivernales des oueds algériens, un étalement extrêmement large en mer des eaux chargées de limons terrestres, les apports pélitiques ne recouvrent pas, comme on l'a vu, toute la surface du précontinent. Les fonds accidentés et en relief de la plate-forme continentale sont, en effet, presque complètement déponrvus de couverture argilense et d'autre part, aucun grand fleuve n'engendre à son débouché de delta bien conséquent. Malgré une dispersion très étendue des apports terrigènes fins dans le domaine marin, le dépôt des vases et des boues reste ainsi très localisé.

Comme on peut remarquer, que d'une façon générale, les zones recouvertes de sédiments organogènes grossiers sont nettement surélevées par rapport anx aires tapissées d'apports terrigènes fins, il s'avère finalement que l'accumulation de ces derniers s'effectue de préférence dans les creux et sur les pentes du plateau continental.

D'autre part, en examinant la succession des faciès présentés par les sédiments organogènes installés entre les fonds à relief et les dépressions, on peut voir que le passage entre les deux types de sédimentation s'effectue de façon très progressive. On rencontre ainsi depuis les premiers jusque vers les seconds, des sables grossiers à Algues calcaires et à Bryozoaires, pnis des sables à Coquillier, des vases à Coquillier; viennent ensuite des vases mixtes organo-terrigènes et enfin des vases et des boues calcaréo-argileuses puis argilo-calcaires.

Les zones snrélevées de la plate-forme ne seraient donc pas soumises à un dépôt de particules terrigènes fines mais à un lent enfouissement conduit à partir des dépressions voisines manifestement en voie de comblement.

Il y aurait par conséquent un léger vannage des formations organogènes supérieures et une translation latérale des dépôts terrigènes fins. En l'absence de courants permanents ou de marée suffisamment vifs pour assurer tous ces transports de pélites et surtout capables d'assumer leur translation, il semble qu'il faut voir là l'effet des grandes houles, en particulier celles de tempête. En effet, d'après les calculs de P. Lhermitte, l'agitation au fond engendrée par les houles de grande longueur d'onde pourrait se faire sentir jnsque vers — 90 m à — 100 m et entraînerait au moins les particnles pélitiques. Ces dernières en cours de dépôt, seraient animées d'un mouvement de translation lent dans le sens de propagation de la boule. Ainsi, le mécanisme de l'envasement subi par le précontinent algérien commencerait par un comblement plus ou moins rapide des aires déprimées (centre des golfes, chenaux *interplatiers*) tandis que les fonds, à relief même mou, seraient épargnés. Puis, les vasières centrales s'étant largement remplies, les différences de niveau entre leur centre et les hauteurs voisines s'estomperaient peu à peu et les dépôts pélitiques s'étendraient de plus en plus tout antour (disposition en auréoles des faciès de type mixte).

En définitive, la répartition des sédiments organogènes et terrigènes dépendrait donc de la topographie du fond. Mais comme en Algérie, la topographie du plateau continental dépend de

Source : MNHN, Paris

l'évolution diastrophique récente de toute la bordure continentale (1), il apparaît finalement que les deux grands aspects de la sédimentation récente algérienne (organogène comme terrigène) doivent être plus ou moins liés (tout au moins dans leur répartition) au diastrophisme local.

Les sédiments organogènes caractériseraient ainsi les zones de seuils qui peuvent être parfois en voie de surrection (*horsts* oranais) ou tout simplement stables par rapport au centre des plates-formes qui sont eux en voie d'affaissement (golfe d'Arzew, baie d'Alger). Cette liaison « diastrophisme-sédimentation » dont P. PRUVOST a montré toute l'importance et qui a été remarquablement illustrée par les observations de G. LUCAS dans les séries jurassiques du Gbar Rouban et celles de A. PERRODON et Y. GOURINARD dans les terrains néogènes des bassins sublittoraux oranais, joue donc encore de la même façon.

Ses effets sont même sensibles jusque dans la répartition cette fois-ci des faciès organogènes. Les sables à Algues calcaires recouvrent ainsi en Oranie les fonds en voie de surrection tandis que les sables et vases à Coquillier dessinent des « auréoles » autour des zones probablement subsidentes, les vases mixtes assurant la transition avec les boues fines qui s'accumulent sur ces dernières.

Ainsi, loin d'être restreints aux plates-formes peu profondes et stables comme on le conçoit généralement (M.G. RUTTEN, G. BOILLOT), les dépôts organogènes peuvent-ils se développer activement sur les minces bordures continentales animées de mouvements relatifs parfois importants. Il faut cependant se garder de généraliser ces observations, car la plate-forme algérienne est relativement « jeune » et les conditions générales actuelles (glaciations, mouvements orogéniques importants) n'ont pas toujours été ce qu'elles sont dans le passé.

(1) Bien que les structures profondes de la marge algérienne nous soient encore mal connues, il semble d'après la morphologie comme la géologie littorale (J. BOURCART, L. GLANGEAUD, A. PERRODON, Y. GOUBINARD, L. LECLAIRE) et d'après quelques mesures de sismique réflexion (J. M. AUZENDE, 1969) que les zones déprimées des baies et des golfes soient des bassins d'effondrement tandis que les reliefs du rebord (îles, hauts-fonds, seuils) soient plutôt animés de mouvements de surrection (*horsts*).

Source : MNHN, Paris

Seconde partie

—

# LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS BIOGÈNES DES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES ALGÉRIENS

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

L'analyse complète des sédiments organogènes, c'est-à-dire de leurs faciès, de leur origine et de leur mode de formation, nécessite comme on l'a vu, une étude aussi approfondie que possible des éléments biogènes accumulés. Cette étude des divers groupes représentés (Bryozoaires, Algues calcaires, Lamellibranches, Gastéropodes) doit être basée sur l'investigation détaillée de la composition des peuplements pour mettre en évidence non seulement la nature et le nombre des espèces représentées mais aussi le rôle des formes dominantes ou caractéristiques. C'est, en effet, grâce à l'utilisation des significations écologiques des peuplements morts et en voie de sédimentation qu'on peut, en les comparant avec les conditions locales du milieu, avoir une bonne idée de l'origine et de la formation du sédiment.

Mais, si dans un premier temps on peut observer que les variations d'abondance qui affectent chaque groupe accumulé en fonction des facteurs de l'environnement, sont en bon accord général avec celles que présentent les groupes vivants, il faut tout de même reconnaître que toutes les corrélations obtenues ne sont pas absolument évidentes. C'est que les fractions biogènes, considérées comme des unités dans l'analyse quantitative des sédiments organogènes, sont construites par tout un assemblage de débris provenant d'espèces actuelles ou subactuelles qui peuvent avoir des exigences écologiques sensiblement différentes. En effet, si dans une population d'éléments terrigènes, toutes les particules ont une provenance, un modelé et un comportement identiques qu'on peut représenter généralement et globalement par une série de paramètres (diamètres moyens, écarts-types, indices morphométriques), il n'en est pas de même pour les accumulations de restes organogènes car la nature et le comportement sédimentologique de chaque débris biogène sont infiniment variés parce qu'intimement liés à l'espèce.

Ainsi, la recherche de l'importance sédimentologique de chaque groupe d'éléments biogènes, de ses facteurs et de sa signification, de même que l'évaluation du décalage existant entre la composition des biocénoses et celle de leurs restes impliquent nécessairement la reconnaissance précise et si possible quantitative des formes rencontrées comme elles présupposent connues les exigences écologiques actuelles de ces espèces.

Mais, si un inventaire des formes accumulées, quelque long et délicat qu'il soit, peut donner une bonne image de la composition systématique des accumulations, il est par contre beaucoup plus difficile de connaître les exigences écologiques des espèces inventoriées car l'analyse bionomique des biocénoses ne fait que commencer.

En même temps qu'une nouvelle voie s'ouvre dans l'étude des formations organogènes récentes, d'étroites limites lui sont-elles donc imposées. L'analyse écologique des animaux et végétaux constituant les biocénoses est, en effet, en plein développement et ses résultats sont encore incomplets voire en pleine modification. On ne connaît, écologiquement parlant, que bien peu d'espèces et encore ne provenant que d'un ou deux groupes zoologiques comme les Lamellibranches ou les Bryozoaires. Sur les adaptations et les conditions de vie de nombreux Hexacoralliaires, Brachiopodes, Echinodermes, on hésite encore beaucoup. D'autre part, les divers facteurs du milieu n'interviennent pas isolément mais leurs actions se conjuguent parfois ou bien s'annulent, ce qui rend encore plus délicate sinon impossible (quand il s'agit par exemple de facteurs plus difficiles à mesurer comme la turbulence, la pénétration de certains rayons lumineux ou la pollution) l'évaluation exacte des effets de chacun d'entre eux.

Heureusement, les significations écologiques d'un grand nombre d'espèces vivant en Méditerranée commencent à être bien connues grâce aux travaux de J.-M. PÉRÈS et ses collaborateurs, ce qui m'a grandement aidé dans cette étude des sédiments organogènes algériens. En contrepartie, je me suis vite heurté au manque d'observations locales en ce qui concerne sur un plan général toutes les biocénoses algériennes et sur un plan particulier les formes endémiques ou atlantiques.

Cela m'a conduit à définir, avec mes moyens, la répartition de nombreuses formes spécifiquement « algériennes »et je me suis ainsi aperçu que l'utilisation des diagrammes basés sur les fréquences d'accumulation et non plus le nombre de stations pouvaient fournir de très intéressants résultats, immédiatement utilisables pour les paléontologistes. Si les biologistes peuvent, en effet, étudier à la

Source : MNHN, Paris

fois les populations et les facteurs qui les conditionnent, les géologues et les paléontologistes disposent seulement des restes mutilés et incomplets de ces populations pour en reconstituer les conditions de dépôt. J'ai donc complété mon inventaire des groupes accumulés par une analyse, de type volontairement « paléoécologique », de la distribution des principales espèces et de leurs fréquences d'accumulation.

A cheval entre l'actuel et l'ancien, cette analyse ne peut être qu'une tentative pour donner à ceux qui étudient les dépôts organogènes récents une meilleure idée de l'influence de la profondeur, des apports terrigènes fins ou de la nature du substratum sur la formation des accumulations de certains groupes bien développés comme les Bryozoaires, les Lamellibranches, les Gastéropodes, les Brachiopodes. Cette tentative demeure néanmoins fort inachevée car les informations sur les Echinodermes, les Hexacoralliaires (en raison de leur faible représentation dans les sédiments) et les Algues calcaires (en raison de la difficulté de leur systématique) sont très peu abondantes et ne pourront être encore développées. La difficulté d'employer une terminologie peu en rapport avec les phénomènes observés et notamment celle d'utiliser pour des accumulations des définitions relatives aux biocénoses ajonte encore aux hasards de l'entreprise. Les observations encore localisées à une marge continentale étroite ne peuvent être enfin dûment généralisées.

Malgré tout, cette ébauche trouvera sans doute sa justification si elle permet, tout en complétant l'analyse des sédiments organogènes algériens, de donner nne meilleure idée des analogies entre certains peuplements vivants et les accumulations qui en résultent, c'est-à-dire des modalités de la transformation actuelle de quelques biocénoses en dépôts sédimentés, modalités qui sont un élément d'appréciation essentiel pour les reconstitutions d'ordre paléoécologique.

Source : MNHN, Paris

*CHAPITRE VI*

# LES BRYOZOAIRES

L. SEURAT écrivait en 1930 que « Les Bryozoaires de l'Algérie n'ont été l'objet d'aucune étude d'ensemble ». En 1970, cette observation demeure malheureusement valable car les recherches de A.W. WATERS (1925) et de L. CALVET (1928), localisées en Oranie, n'ont été étendues par Y.V. GAUTIER (1962) qu'à quelques stations en mer d'Alboran, en baie d'Arzew et baie de Castiglione. Hormis les quelques listes dressées par R. VAYSSIÈRE et G. FREDJ (1963) d'après les récoltes effectuées par L. LECLAIRE dans le golfe de Bône, on ne possède encore que très peu de renseignements sur les Bryozoaires vivants du précontinent constantinois.

Cependant, les remarquables observations de Y. V. GAUTIER sur l'ensemble des Chilostomes de la Méditerranée occidentale montrent que les peuplements de l'Oranie et de l'Algérois sont à peu près identiques à ceux que l'on rencontre devant les côtes françaises ou autour des Iles Baléares. Il manque tout au plus dans les associations algériennes, une dizaine de formes dites « septentrionales », remplacées par un nombre à peu près équivalent d'espèces « atlantiques » dont la présence est due sans doute aux effets du courant d'eaux atlantiques. Mais, à part quelques différences de répartition en profondeur qui affectent certaines espèces et doivent découler vraisemblablement des conditions d'éclairement et de salinité propres aux rivages algériens, les Chilostomes de l'Ouest-Algérien possèdent, pour la plupart, à peu près les mêmes exigences écologiques que ceux des côtes françaises et leur répartition dans les diverses biocénoses du plateau continental semble s'effectuer de façon sensiblement analogue.

Les Bryozoaires, Chilostomes et Cyclostomes, constituent comme on l'a vu, une part très importante des sédiments organogènes récents ou actuels du plateau continental algérien. Les espèces répandues y sont peu nombreuses et bien connues. Mais l'analyse détaillée des accumulations permet, cependant, de découvrir que les répartitions locales ou régionales d'un très large assortiment de formes peuvent varier en fonction de nombreux facteurs du milieu tels que la profondeur, la nature du substratum, l'intensité des apports argileux sur le fond... Malgré leur faible participation à la formation des sédiments, la présence ou l'absence de quelques espèces donnent ainsi une allure particulière à la composition des diverses fractions *Bryozoaires* et l'inventaire de ces colonies de même que la détermination aussi exacte que possible de leur distribution offrent la possibilité de mieux comprendre le mode de formation des accumulations, c'est-à-dire finalement du sédiment.

C'est que les Bryozoaires sont « écologiquement très sensibles et reflètent fidèlement de légères modifications des conditions de vie dans le milieu marin » (Y.V. GAUTIER, 1962). En effet, de nombreuses espèces ne se développent qu'à des profondeurs bien déterminées tandis que d'autres ne prolifèrent que sur des substrats à texture bien définie. La forme même des zoaria, le « *type zoarial* », semble en rapport avec quelques facteurs abiotiques du milieu ainsi que L.W. STACH (1936) puis Y.V. GAUTIER et R. LAGAAIJ (1963) l'ont montré. La vitesse et l'intensité du dépôt des éléments terrigènes fins sur le fond jouent par exemple, d'après ces auteurs, un rôle aussi important que la bathymétrie ou les courants dans la distribution des colonies et des types zoariaux. Toutes ces observations sont extrêmement précieuses pour l'étude paléoécologique des accumulations anciennes de Bryozoaires car si bien peu d'espèces actuelles existaient déjà au Tertiaire, les types zoariaux sont demeurés, eux, à peu près les mêmes. M. LABRACHERIE et J. PRUDHOMME (1966) ont, de cette façon, pu donner une interprétation écologique des successions de faunes fossiles au sein des formations éocènes du Bassin d'Aquitaine et en tirer de très intéressantes conclusions sur des alternances de sédimentation correspondantes.

Source : MNHN, Paris

Le développement des observations sur les modalités d'accumulation des espèces actuelles doivent donc conduire par le biais des types zoariaux, à élargir les possibilités d'interprétation paléoécologique des peuplements anciens.

Pour cette dernière raison, qui demeure l'une des préoccupations majeures des sédimentologistes travaillant sur de l'actuel, l'inventaire des Bryozoaires algériens et l'analyse de la répartition des espèces qui font l'objet de ce chapitre seront complétés par une étude aussi quantitative qne possible des types zoariaux présents.

## I — INVENTAIRE DES FORMES RECONNUES. COMPOSITION DES ACCUMULATIONS

### A — INVENTAIRE DES ESPÈCES.

En raison de l'extrême abondance des Bryozoaires dans les sédiments algériens, une recherche systématique des espèces permettrait sans doute de retronver une grande partie des formes décrites dans la littérature méditerranéenne. Le but de ce travail étant surtout d'identifier les colonies qui participent le plus activement à la construction de la fraction Bryo*zoaires* des sables et des vases organogènes, l'inventaire général des espèces présenté ci-après sera donc nécessairement restreint et ne pourra donner une idée complète de tons les Bryozoaires déposés et « a fortiori » vivants sur les fonds du plateau continental algérien. Il va permettre néanmoins de brosser le premier panorama d'ensemble d'une grande partie de la faune algérienne.

En démontrant et illustrant largement dans sa thèse les propositions énoncées par J.W. Hedgpeth (the primary data of an ecological investigation are the species of organisms concerned), Y.V. Gautier a mis à la disposition des biologistes et des géologues un instrument indispensable à l'étude des Chilostomes méditerranéens. Son étude comporte en effet les diagnoses complètes de 222 espèces ainsi que de très importantes observations écologiques. Les premières m'ont servi dans la détermination d'nn grand nombre de colonies, les secondes m'ont fourni une base indispensable dans la recherche des analogies entre accumulations et biocénoses. Pour la reconnaissance des espèces appartenant an groupe des Cyclostomes, les diagnoses de F. Canu et R.S. Bassler m'ont été très ntiles ainsi que celles, plus anciennes, de L. Calvet. L'absence regrettable de données écologiques approfondies pour les Cyclostomes n'est que faiblement compensée par leur pen d'abondance au sein des sédiments.

Au total, les quelques 90.000 comptages de colonies m'ont permis de reconnaître 70 espèces (15 Cyclostomes et 55 Chilostomes) dont le tablean XIV donne nne liste simple, la présentation des répartitions par station étant trop voluminense pour cet ouvrage.

Tableau XIV

Bryozoaires. Index des Espèces

*Bryozoaires Cyclostomes.*

*Berenicea* sp.
*Crisia* sp.
*Crisia grimaldii* (Calvet), 1911.
*Diaperoecia dorsalis* (Waters), 1879.
*Diaperoecia radicata* (Kirkpatrick), 1888.
*Frondipora gracilis* (Cann et Bassler), 1930.
*Hornera* sp.
*Hornera pinnata* (Cann et Bassler), 1929.
*Idmidronea atlantica* (Johnston), 1847.
*Idmonea millneano* (d'Orbigny), 1841.
*Lichenopora* sp.
*Lichenopora mediterranea* (Blainville), 1803.
*Mecynoecia* sp.
*Tervia irregularis* (Maneghini), 1844.
*Tubulipora flabellaris* (Fabricius), 1870.

Source : MNHN, Paris

*Bryozoaires Chilostomes.*

*Adeonella calveti* (Canu et Bassler), 1930.
*Adeonellopsis distoma* (Busk), 1858.
*Buchneria fayalensis* (Waters), 1858.
*Callaporina decorata* (Reuss), 1847.
*Calpensia nabilis* (Esper), 1796.
*Cellaria fistulosa* Auctt. (non Linnè 1758).
*Cellaria salicornioides* (Audouin), 1826.
*Cellaria sinuosa* (Hassall), 1841.
*Celleporina caminata* (Waters), 1879.
*Cheiloporina circumcincta* (Neviani), 1896.
*Costazzia incrassata* (Lamarck), 1816.
*Cribrilaria venusta* (Canu et Bassler), 1925.
*Cupuladria canariensis* (Busk), 1859.
*Cupuladria doma* (d'Orbigny), 1851.
*Diporula verrucosa* (Peach), 1868.
*Escharina vulgaris* (Moll), 1803.
*Escharoides megarostris* (Canu et Bassler), 1928.
*Hippodiplosia foliacea* (Solander), 1786.
*Hippodiplasia ottomulleriana* (Moll), 1803.
*Hippopleurifera pulchra* (Manzoni), 1870.
*Hippopodinella kirchenpaueri* (Heller), 1867.
*Lepralia oranensis* (Waters), 1918.
*Margaretta cereoides* (Ellis et Solander), 1786.
*Micropora coriacea* (Esper), 1791.
*Microporella ciliata* (Pallas), 1766.
*Myriapora truncata* (Pallas), 1766.
*Onychocella vibraculifera* Neviani, 1895.
*Palmicellaria aff. aviculifera* (Canu et Bassler), 1928.
*Palmicellaria elegans* (Adler), 1864.
*Porella cervicornis* (Pallas), 1766.
*Porella concinna* (Busk), 1854.
*Ramphonatus minax* (Busk), 1860.
*Retepora spinosissimum* (Canu et Bassler), 1929.
*Schismopora armata* (Hincks), 1860.
*Schismopora cantabra* (Barroso), 1919.
*Schismapora tubigera* (Busk), 1859.
*Schizellozoon aviculiferum* (Canu et Bassler), 1930.
*Schizobrachiella sanguinea* (Norma), 1868.
*Schizomavella auriculata* (Hassall), 1842.
*Schizomavella rudis* (Manzoni), 1869.
*Schizopodrella linea* (Landsdale), 1816.
*Schizoporella « ansata »* (Canu et Bassler), 1930.
*Schizoporella longirostris* (Hincks), 1886.
*Schizoporella mutabilis* (Calvet), 1927.
*Schizoretepora imperati* (Busk), 1884.
*Schizotheca fissa* (Busk), 1856.
*Scrupocellaria scruposa* (Linnè), 1758.
*Scrupocellaria scrupea* (Busk), 1851.
*Sertella couchii* (Hincks), 1878.
*Sertella mediterranea* (Waters), 1894.
*Setosella vulnerata* (Busk), 1860.
*Smittina inerma* (Calvet), 1906.
*Smittina landsborovii* (Johnston), 1847.
*Smittina porosa* (Canu et Bassler), 1930.
*Smittoidea reticulata* (Mac Gillivray), 1842.

En regard seulement des 260 formes vivantes recensées par Y.V. GAUTIER en Méditerranée occidentale, (aucune évaluation précise n'a pu encore être dressée pour le littoral algérien), le lot des espèces participant à la constitution des sédiments apparaît tout de suite comme très faible.

L'écart entre le nombre probable des formes vivantes et celui des formes déposées peut être, cependant, réduit ponr plusieurs raisons. Il semble, en effet, que les Chilostomes prolifèrant dans les



Source : MNHN, Paris

biocénoses ayant donné naissance aux grandes accumulations de Bryozoaires n'appartiennent qu'à environ 130 espèces. On peut ainsi retirer du décompte de Y.V. GAUTIER une soixantaine de colonies, généralement épiphytes, caractéristiques des herbiers à Posidonies qui ont été peu explorés, une quinzaine de formes septentrionales non signalées sur les rivages Sud de la Méditerranée et 50 autres connues pour leur rareté, soit 10 espèces nouvellement décrites, 25 récemment découvertes et 15 recensées seulement deux fois.

Il manquerait donc environ 80 espèces dans le groupe des Chilostomes accumulés. La « disparition » de ces 80 espèces ne peut être toutefois considérée comme absolue. Les colonies fragiles risquant d'être mutilées après leur dépôt ne sont en effet pas rares et rien n'exclut leur présence dans le stock des colonies « indéterminables ». Pourtant, si l'importance de leur groupe ne peut assurément être calculée, il semble difficile, en raison du nombre élevé de triages réalisés, de leur attribuer la totalité des espèces « manquantes ».

Il apparaît donc, sans que des chiffres vraiment représentatifs puissent être avancés en l'absence de renseignements exacts sur les Cyclostomes, que *la constitution des immenses accumulations de colonies dans les sables actuels du précontinent algérien est le fait d'un petit nombre d'espèces.*

Pourtant, on ne peut en déduire que seuls les processus de la sédimentation entraînent la raréfaction des espèces. Divers comptages ont montré, en effet, que la plus grande part des peuplements est due en fait à un petit nombre d'espèces. Y.V. GAUTIER (1959) a en particulier calculé que sur les fonds coralligènes à Gorgones 96 % de la masse totale des Bryozoaires est constituée par une quinzaine d'espèces tandis que 45 autres formes sont retrouvées dans le reste.

L'écart apparent entre le nombre des espèces vivantes et celui des espèces accumulées peut être ainsi dû autant au rapport d'abondance des premières qu'à la sélection introduite par la sédimentation. Evaluer avec précision cet écart nécessite donc de réaliser une analyse comparée des biocénoses et des dépôts correspondants, ce qui demeure malheureusement irréalisable en l'absence d'une étude bionomique précise des peuplements benthiques algériens.

## B — COMPOSITION DES ACCUMULATIONS.

Les accumulations de Bryozoaires sont formées par tout un ensemble de colonies intactes pouvant appartenir à l'une ou à l'autre des 70 espèces reconnues ainsi que de fragments dont une petite partie demeure identifiable. L'analyse quantitative de la composition de chaque fraction Bryozoaire triée a été effectuée en comptant 300 débris, intacts ou non. L'ensemble des résultats a été ramené sur une base de 100 comptages et résumé par des tableaux dont l'importance ne permet pas non plus de les inclure dans ce travail.

Parmi les débris reconnaissables, c'est-à-dire qu'on peut rattacher à une espèce, le plus grand nombre appartient seulement à quelques formes. A l'instar des biologistes, on a qualifié de *dominantes* ces formes dont les représentants constituent la phase majeure des accumulations. Par leur extension géographique et par leur aptitude à construire la quasi-totalité de la fraction *Bryozoaire*, ces formes dominantes sont d'un grand intérêt pour l'étude purement sédimentologique des formations qu'elles caractérisent.

D'autre part, si du seul point de vue systématique, toutes les espèces d'un groupe sont intéressantes au même titre, il semble qu'écologiquement toutes ne sont pas susceptibles de fournir des indications de valeur identique. Certaines, sont plus précieuses, qui sont *caractéristiques* ou *préférentes*, soit d'un biotope particulier, soit d'un niveau bathymétrique spécial ou même d'un mode d'exposition bien précis. La recherche et la localisation de ces formes à grande valeur écologique sont très importantes pour les renseignements synécologiques qu'elles peuvent apporter et dans le cadre de cette étude pour la mise au point des analogies entre la répartition des biocénoses et celle des thanatocénoses.

Cependant, le nombre élevé des formes *dominantes* et des formes *caractéristiques* rend la moindre synthèse extrêmement longue et complexe. Aussi utilise-t-on de plus en plus la méthode des *types zoariaux* qui, en dehors des avantages déjà signalés, permet de tenir compte avec commodité de tous les Bryozoaires, dominants ou pas, pour définir une population.

Enfin, tous les éléments d'une accumulation ne sont pas obligatoirement déterminables et il est

Source : MNHN, Paris

nécessaire de regrouper tous les fragments d'origine inconnue en une quatrième catégorie, celle des *formes indéterminables.*

L'évaluation aussi fidèle que possible de la composition d'une fraction *Bryozoaires* peut donc être ramenée à la détermination de l'importance et du rôle respectifs occupés par les 4 grandes catégories précédemment définies.

### 1) Les formes dominantes.

Elles ont été fréquemment citées tout au long de la description des sédiments organogènes bien que leur nombre soit très réduit. L'analyse des accumulations montre en effet qu'on peut en distinguer seulement 9 qui représentent la majeure partie des Bryozoaires déterminables dans les proportions suivantes :

| | |
|---|---|
| *Porella cervicornis* dominante dans | 68/100 stations |
| *Cellaria salicornioides* dominante dans | 46/100 stations |
| *Adeonella calveti* dominante dans | 42/100 stations |
| *Cupuladria canariensis* dominante dans | 38/100 stations |
| *Cellaria fistulosa* dominante dans | 32/100 stations |
| *Schismopora tubigera* dominante dans | 23/100 stations |
| *Adeonellopsis distoma* dominante dans | 14/100 stations |
| *Mecynoecia* sp. dominante dans | 7/100 stations |
| *Cellaria sinuosa* dominante dans | 7/100 stations |
| *Divers* (4) dominant dans | 8/100 stations |

### 2) Les formes caractéristiques.

Elles sont aussi peu nombreuses et quelques-unes sont en même temps *dominantes* ce qui redouble l'intérêt de leur étude.

Ce sont des *formes sténobathes :*

*Adeonellopsis distoma;*
*Margaretta cereoides;*
*Schismopora tubigera;*

ou bien des *formes sténotopiques :*

*Buchneria fayalensis;*
*Cupuladria canariensis;*
*Cupuladria doma;*
*Palmicellaria elegans;*
*Hornera pinnata;*
*Tervia communis.*

### 3) Les types zoariaux.

Depuis que L.W. Stach a eu, le premier, l'idée d'observer chez les Bryozoaires les modalités de croissance zoariale en fonction du milieu, l'utilisation de la forme du zoaria, c'est-à-dire du type zoarial est devenue d'un grand intérêt dans l'étude des colonies vivantes comme fossiles. De nombreux spécialistes ont pu, en effet, établir qu'il y a des relations plus ou moins étroites entre la fréquence de certains types zoariaux et quelques facteurs abiotiques du milieu. Ces corrélations ont été surtout précisées, comme nous l'avons déjà souligné, par Y.V. Gautier et R. Lagaaij qui ont, d'abord séparément puis en commun, défini pour les Bryozoaires récoltés dans les sédiments mixtes du delta rhôdanien une dizaine de types zoariaux et leur valeur écologique.

Ce sont les mêmes types zoariaux qui seront utilisés dans ce travail (voir tableau XV). Pourtant, huit seulement de ces types seront conservés, deux d'entre eux n'ayant pas de représentants dans les sédiments organogènes algériens. Le type 8 (*Pétraliiforme*) englobe, en effet, les zoaria confinés sur les fonds rocheux superficiels qui n'ont pas été prospectés et le type 10 (*Catenicelliforme*) concerne des colonies flexibles, très fragiles, rapidement détériorées, retrouvées seulement dans les zones où prévaut une sédimentation terrigène fine à dépôt lent.

Source : MNHN, Paris

TABLEAU XV

*Les types zoariaux des Bryozoaires fixés.*
(d'après R. LAGAAIJ et Y.V. GAUTIER, simplifié)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Solidement fixé | Substratum solide | *1* | *MEMBRANIPORIFORME A* | Zoarium habituellement mais non nécessairement unilamellaire, encroûtant un substratum solide. Mur dorsal de la zoécie entièrement calcifié. |
| | | *2* | *SETOSELLINIFORME* | Zoarium incrustant à croissance spiralée sur de petites particules non incorporées dans la colonie adulte. |
| | Substratum flexible | *3* | *MEMBRANIPORIFORME B* | Zoarium unilamellaire, incrustant un substratum épais et flexible. Mur dorsal de la zoécie peu calcifié. |
| | | *4* | *CELLEPORIFORME* | Zoarium en masse multilamellaire de dimensions variables avec amoncellement irrégulier de zoécies autour d'un substratum flexible. |
| | Dressé, rigide | *5* | *ADEONIFORME* | Zoarium dressé, rigide, bilamellaire, lobé, fermement fixé à un substratum solide par sa base calcifiée. |
| | | *6* | *VINCULARIIFORME* | Zoarium dressé, rigide, branches dichotomiques subcylindriques, base calcifiée, solidement fixée. |
| | | *7* | *RETEPORIFORME* | Zoarium dressé, rigide, fortement calcifié, réticulé, fixé solidement. |
| Attache lâche | Encroûtant | *8* | *PETRALIIFORME* | Zoarium unilamellaire, fixé par des radicelles chitineuses émanant de pores disposés sur la face dorsale de la colonie. |
| | Dressé, flexible | *9* | *CELLARIIFORME* | Zoarium dressé, flexible (noeuds), calcaire, attaché par des radicelles au substratum. Maillons à plusieurs zoécies. |
| | | *10* | *CATENICELLIFORME* | Zoarium dressé, flexible (noeuds), calcaire, fixé au substratum par des radicelles. Maillons constitués par un petit nombre de zoécies |

Si le regroupement des 70 espèces récoltées en 8 grands types zoariaux apparaît comme très séduisant pour les facilités d'analyse qu'il procure et les indications écologiques qu'il promet, il est tout de même délicat à manier sans un inventaire préalable des espèces proprement dites. En effet, des formes abondantes à type zoarial identique comme *Porella cervicornis* et *Adeonellopsis distoma* ont des habitats ou des exigences hydrodynamiques et physico-chimiques très différentes. Ces divergences, qui sont peu fréquentes et dont on peut ne pas tenir compte lorsque l'on compare des associations provenant de faciès bien tranchés comme les vases terrigènes et les sables organogènes, jouent cependant un rôle non négligeable dans la différenciation plus fine des multiples aspects que peut prendre la sédimentation calcaire organogène. L'emploi des types zoariaux ne peut donc dispenser entièrement de l'analyse systématique des espèces. De même que quelques colonies sont *dominantes*, de même quelques types zoariaux sont plus abondants que d'autres. Les plus fréquents

Source : MNHN, Paris

dans les sédiments organogènes sont incontestablement *l'Adéoniforme* et le *Cellariiforme*. Le premier devient largement prédominant lorsque la fraction *Bryozoaires* présente un grand développement (voir fig. 71) et cette prédominance est due naturellement à celle de *Porella cervicornis* et *Adeonella calveti*. Elle confirme bien que plus l'importance de la fraction augmente, plus la diversité des espèces décroît.

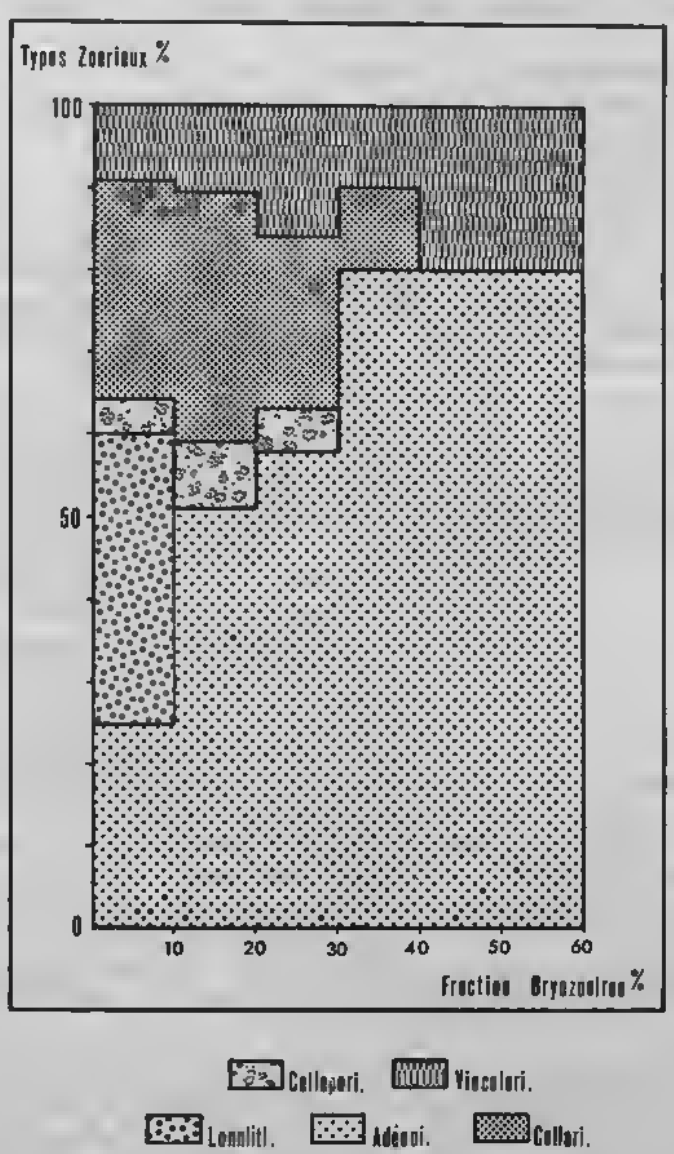



Fig. 71. — Les types zoariaux et l'importance de la fraction *Bryozoaires*.

Les *Rétéporiformes*, *Sétoselliformes* et les deux *Membraniporiformes* n'arrivent jamais à être aussi nombreux que les précédents et leur importance propre paraît se situer nettement en retrait. D'ailleurs, les colonies appartenant au groupe des *Membraniporiformes B* ont été si peu rencontrées que je les ai, dans ce travail, rattachées aux *Membraniporiformes A*.

Les *Lunulitiformes* ne sont vraiment abondants que lorsque la teneur du sédiment en Bryozoaires ne dépasse pas 10 %.

4) **Les formes indéterminables.**

Bien que ne pouvant être identifiées, un grand nombre de colonies ont été inclues dans les fractions *Bryozoaires* et classées à part dans une catégorie intitulée : *Formes Indéterminables*. Pour chaque

Source : MNHN, Paris

échantillon, le pourcentage de leur groupe a été calculé et leur distribution décrite avec celle des accumulations.

Les fragments indéterminables gardent cependant l'allure générale des colonies de Bryozoaires. Tous les caractères morphologiques externes qui permettent la détermination de l'espèce ont, en effet, disparu mais une cassure et le contour des fragments montrent qu'ils appartiennent au groupe des Bryozoaires.

Certaines colonies (*Adéoniformes* et *Vincluriiformes* surtout) sont souvent enrobées par des thalles d'Algues calcaires (on a déjà souligné la fréquence des encroûtements de *Lithothamnium fruticulosum*). Lorsque l'incrustation n'est pas très avancée, il est encore aisé de reconnaître le support en tant que Bryozoaire, mais il n'est plus possible de mettre un nom exact sur le débris. La forme zoariale peut tout au plus être estimée et souvent même une ou deux cassures ne permettent pas d'aller plus loin. Les Algues calcaires ne sont pas seules à masquer la qualité des colonies. Les zoaria à grande surface comme *Hippodiplosia foliacea* ou les *Sertella* servent, en effet, de support idéal à tous les Cbilostomes et Cyclostomes encroûtants. Il arrive même de rencontrer des empilements et intrications dus à 3 ou 4 espèces dont l'une seulement (la plus superficielle) peut être aisément identifiée. Il faut encore signaler que des tubes d'Annélides et tous les Brachiopodes ou Mollusques fixés participent à cette dégradation « biologique » des colonies.

D'autres fois, les Bryozoaires sont usés, corrodés. Tous les organes ou toute l'ornementation du zoarium ont été abrasés. On ne peut plus discerner la forme des aviculaires, des péristomes; les épines, la frontale, l'ovicelle ont disparu. Ce type d'usure, essentiellement d'origine mécanique, caractérise surtout les Celleporidae et les Cellariidae dont les spécimens vivants prolifèrent dans les biotopes superficiels et dont les restes sont par conséquent soumis à l'action des courants de houle.

Les actions biologiques et hydrodynamiques ne sont pas les seules à l'origine de toutes les dégradations observées. Souvent, en effet, on a pu noter une épigénisation poussée par de la goethite ou de la limonite de quelques zoaria. Cette épigénisation qui paraît débuter à l'intérieur des loges et s'étend progressivement au reste de la zoécie, est particulièrement fréquente chez les Cellariidae « profonds » recueillis au large d'Oran et d'Arzew. D'après les analyses géochimiques de L. Leclaire, il semble que cette épigénisation, également fréquente dans d'autres groupes, loin d'être provoquée par un transfert hypothétique des colonies, serait due à la modification progressive *in situ* des conditions de milieu et notamment de l'équilibre d'oxydo-réduction, depuis l'instant du dépôt. Cette évolution des caractéristiques physico-chimiques du milieu, provoquant une véritable reprise de tous les éléments en voie de sédimentation, serait plus sous la dépendance de facteurs hydrologiques qu'bydrodynamiques. L'épigénisation des Bryozoaires comme des autres groupes, dépendrait donc finalement des phénomènes d'interface eau-sédiment sur lesquels on ne sait encore à peu près rien.

Sans être épigénisés, la plupart des débris doivent enfin leur remaniement à leur origine ancienne. Bien que difficile à mettre en évidence lorsqu'il s'agit de débris très usés, isolés dans les sables, cette origine ancienne ne paraît pas pouvoir être discutée pour les fragments de colonies bien calcifiées (*Adéoniformes* ou *Vincluriiformes*) découverts dans bon nombre de vases mixtes d'Arzew ou de la Calle.

Ainsi l'importance du nombre des *débris indéterminables* est un indice plus ou moins fidèle de l'état de *fraîcheur* d'une accumulation, mais ses causes pouvant être diverses, il n'est pas possible d'en tirer des conclusions sur l'âge ou les modalités de dépôt de cette accumulation.

Cependant, la mise en évidence du pourcentage de *débris indéterminables* complète nécessairement l'analyse quantitative des fractions *Bryozoaires* et ses variations comme celles des *formes dominantes*, des formes *caractéristiques* et des *types zoariaux* permettront de reconnaître avec une grande précision les fluctuations fondamentales des accumulations de Bryozoaires, c'est-à-dire finalement les facteurs d'une grande part de la sédimentation organogène calcaire.

## II — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES BRYOZOAIRES ACCUMULÉS DANS LES SÉDIMENTS ORGANOGÉNES

Bien que la marge continentale algérienne soit peu étendue, la composition des accumulations de Bryozoaires varie sensiblement d'une extrémité à l'autre. Au cours de la description rapide des fractions

Source : MNHN, Paris

*Bryozoaires*, on en a d'ailleurs donné quelques exemples. Il reste néanmoins à définir plus précisément la répartition géographique de toutes les espèces reconnues car il y a peu de renseignements dans la littérature spécialisée sur les Bryozoaires de la région constantinoise.

En utilisant la signification écologique des espèces à répartition géographique marquée, on tentera de mettre en évidence la nature des facteurs responsables de la variation géographique des accumulations, c'est-à-dire des peuplements.

## A — AFFINITÉS BIOGÉOGRAPHIQUES DES BRYOZOAIRES ACCUMULÉS.

Les diverses espèces actuelles de la Méditerranée occidentale peuvent être classées, selon Y.V. GAUTIER, en 6 groupes distincts suivant leurs affinités et leurs extensions géographiques (1) :

*Groupe 1 :* Espèces endémiques méditerranéennes.
*Groupe 2 :* Espèces de l'Atlantique tempéré boréal.
*Groupe 3 :* Espèces à très large distribution.
*Groupe 4 :* Espèces circumtropicales.
*Groupe 5 :* Espèces de l'Atlantique tempéré chaud.
*Groupe 6 :* Espèces indo-pacifiques.

Bien que le mode d'investigation non systématique adopté dans ce travail ne permette pas de présenter un rapport rigoureusement fidèle des valeurs présentées par ces 6 groupes biogéographiques au sein des sédiments étudiés, j'ai pu cependant observer (voir tableau XVI) que les affinités biogéographiques des Bryozoaires en voie de sédimentation se répartissaient selon des proportions sensiblement équivalentes à celles des faunes vivantes.

TABLEAU XVI

*Tableau comparatif des affinités biogéographiques des faunes actuelles et des faunes accumulées.*

| Groupes Biogéographiques | Formes Vivantes | Formes accumulées |
|---|---|---|
| 1 | 34 % | 43 % |
| 2 | 30 % | 24 % |
| 3 | 18 % | 14 % |
| 4 | 10 % | 5 % |
| 5 | 6 % | 11 % |
| 6 | 2 % | 3 % |

On peut pourtant noter que les proportions des Espèces Endémiques et des Formes de l'Atlantique tempéré chaud sont notablement plus élevées dans les sédiments qu'au sein des peuplements actuels.

En ce qui concerne l'augmentation de la proportion des espèces du groupe 5, il semble qu'elle résulte non pas des effets de la sédimentation mais tout simplement du fait que, sur les côtes algériennes, les peuplements vivants renferment plus d'espèces « atlantiques » que partout ailleurs en Méditerranée. La proportion de chaque groupe, donnée dans la première colonne (peuplements vivants) du tableau XVI concerne en effet toute la Méditerranée occidentale.

Les Espèces Endémiques sont également plus nombreuses sur la bordure méridionale du bassin, mais cela ne suffit pas à justifier l'écart très élevé rencontré entre leurs proportions dans les peuplements vivants et les accumulations. Il semblerait ainsi que cet écart soit dû, tout au moins en partie, aux processus sélectifs de la sédimentation. En raison de leurs zoaria robustes, les espèces endémiques comme :

*Adeonella calveti;*
*Hippopleurifera pulchra;*
*Myriapora truncata;*
*Palmicellaria* aff. *aviculifera;*
*Porella cervicornis.*

(1) Voir index des espèces dans la thèse de Y. V. GAUTIER (1962), p. 280 à 283.

Source : MNHN, Paris

seraient, en effet, particulièrement mieux préservées de la désagrégation et de l'usure « post-mortem » que les autres.

En fait, il faudrait pour trancher réellement la question avoir une analyse fine des peuplements vivants, analyse dont l'absence fait défaut, comme on le voit, à chaque étape de cette étude des accumulations.

La plupart des espèces rencontrées dans les fractions *Bryozoaires* sont toutes caractéristiques du secteur Méridional de la Méditerranée occidentale. Toutefois, j'ai pu relever la présence de deux formes rangées par Y.V. GAUTIER dans le groupe des Septentrionales : *Setosella vulnerata* a été ainsi observée des Iles Habibas jusqu'à La Galite, *Ramphonotus minax* (classée commme septentrionale par Y.V. GAUTIER bien qu'il l'ait décrite en mer d'Alboran) a été, de son côté, retrouvée en baie d'Oran et baie d'Alger mais à très peu d'exemplaires (elle a été également signalée par J. MANIVIT, 1964).

Il est bien évident que l'élargissement des récoltes entraine l'extension des aires de peuplement reconnues. Il est donc assez délicat de vouloir délimiter une région (du point de vue paléoécologique) par la présence d'une ou de plusieurs espèces. Cependant, les faunes de quelques régions peuvent présenter des caractères particuliers qui se traduisent souvent par un rapport propre du nombre de certaines espèces et on en a un bon exemple avec la répartition géographique de quelques Bryozoaires dans les sédiments organogènes algériens.

## B — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ESPÈCES ACCUMULÉES.

La plupart des formes citées dans l'inventaire précédent a été retrouvée dans la majeure partie des échantillons. Quelques-unes cependant n'ont été observées que dans une ou deux régions du précontinent. On ne peut toutefois en déduire que leur localisation est vraiment effective car, à quelques exceptions près (comme *Cupuladria canariensis*) toutes ont été signalées en divers points de la Méditerranée.

Aussi, les formes qui apparaissent localisées dans les sédiments de l'une ou l'autre des 3 régions du précontinent algérien doivent-elles certainement cette particularité aux hasards conjugués des récoltes et des comptages. Elles sont d'ailleurs toujours très peu nombreuses et très étroitement réparties.

### 1) Espèces recueillies en une région.

Représentées par des débris peu abondants (1 à 2 colonies sur 300) et peu répandus (4 stations différentes au plus), elles ont été, toutes, signalées un peu partout en Méditerranée. On peut citer ainsi :

| | |
|---|---|
| *Diaperoecia dorsalis* | 4 stations à Bougie, La Calle |
| *Calloporina decorata* | 2 stations à Bône |
| *Celleporina caminata* | 4 stations à Bougie |
| *Escharina vulgaris* | 2 stations à Bougie |
| *Micropora coriacea* | 1 station à Oran |
| *Retepora spinosissimum* | 4 stations à Bône |
| *Schismopora armata* | 1 station à Oran |
| *Schizobrachiella sanguinea* | 1 station à Arzew |
| *Schizomavella rudis* | 2 stations à Bône |
| *Schizoporella ansata* | 1 station à La Calle |
| *Schizoporella longirostris* | 1 station à Oran |
| *Schizoporella mutabilis* | 1 station à Bougie |
| *Smittina inerma* | 1 station à Bône |

### 2) Espèces recueillies en deux régions.

Présentes à la fois dans les sédiments oranais et constantinois, elles n'ont pas été retrouvées dans les formations organogènes algéroises à l'exception de *Ramphonotus minax* (Oran et Alger).

Source : MNHN, Paris

Ce sont :

*Berenicea* sp.
*Idmidroneo atlantica.*
*Idmoneo millneana.*
*Tubulipora flabellaris.*
*Buchneria fayolensis.*
*Calpensia nobilis.*
*Cheiloporina circumcincta.*
*Costazzia incrassata.*
*Escharoides megarostris.*
*Hippopodinella kirchenpaueri.*
*Lepralia oranensis.*
*Porella concinna.*
*Schizomavella auriculata.*
*Schizoreteporo imperati.*
*Schizotheca fissa.*
*Sertella couchii.*
*Sertella mediterranea.*
*Smittina landsborovii.*
*Smittina porosa.*
*Smittoidea reticulata.*

Plus nombreuses que les précédentes elles ont toutes, cependant, une abondance et une expansion limitées; sur 20, 6 seulement ont pu être reconnues dans plus de 20 stations et aucune ne constitue jamais plus de 5 % des accumulations.

La localisation de ces espèces est donc également de caractère hasardeux et il ne semble donc pas possible, pour l'instant, de se baser sur les répartitions des espèces de Bryozoaires pour délimiter sur le précontinent algérien des aires géographiques à peuplement bien défini.

Cependant, parmi les Bryozoaires à répartition générale, quelques-uns s'avèrent plus abondants et plus fréquents dans une région que dans une autre et on arrive ainsi à distinguer deux types d'associations régionales que j'ai nommées suivant leur localisation *peuplements oranais* et *peuplements constantinois.*

En comparant la fréquence de peuplement (en pourcentage de stations) de chaque forme région par région, il apparaît que 6 espèces seulement caractérisent ces associations régionales (voir fig. 72).

a) ***Les peuplements Oranais.***

Ils tirent leur particularité de l'abondance de deux espèces vivant habituellement sur les fonds mixtes « sablo-vaseux » :

*Cupuladria canariensis;*
*Cupuladria doma;*

et d'une troisième qui préfère habituellement les milieux calmes c'est-à-dire « profonds » :

*Adeonellopsis distoma.*

b) ***Les peuplements Constantinois.***

Ils recèlent en quantité des formes moins *coractéristiques* que les précédentes mais généralement mieux adaptées aux faciès coralligènes :

*Hornera* sp. (*Hornera pinnata* surtout);
*Lichenoporo* sp. et surtout *L. mediterraneo;*
*Onychocella vibraculifera.*

Aucune association vraiment particulière n'ayant été reconnue entre le Chenoua et le Cap Matifou, il semble qu'il n'y ait pas de peuplement spécifiquement algérois. Comme les espèces *occidentales* sont très répandues en baie de Castiglione alors que les formes *orientales* y ont pratiquement disparu et comme cette distribution s'inverse complètement en baie d'Alger, il se confirme que la région algéroise est effectivement une zone de transition.

Source : MNHN, Paris

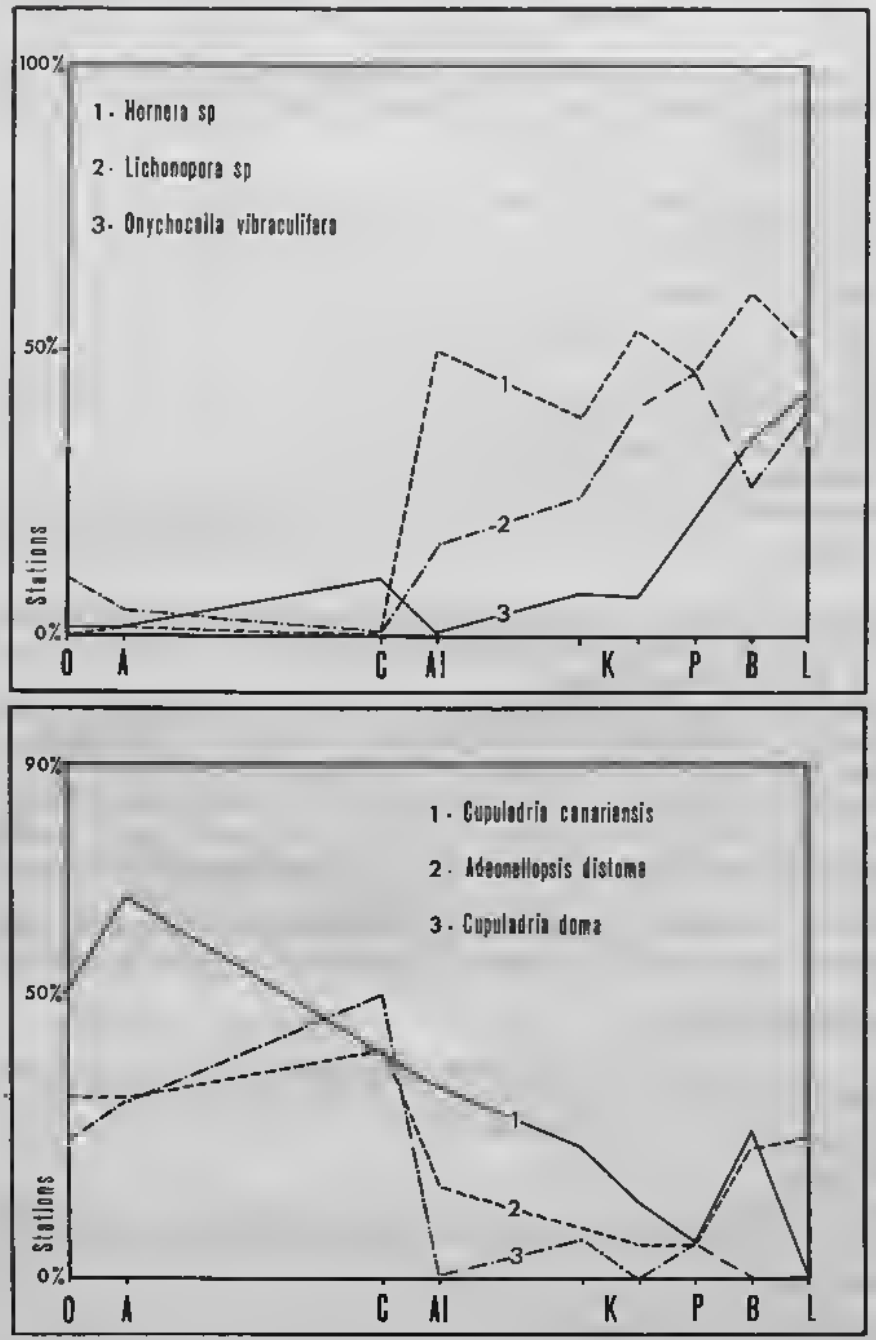



Fig. 72. — Distribution géographique des fréqnences de peuplement de quelqnes Bryozoaires. O = Golfe d'Oran; A = Golfe d'Arzew; C = Baie de Castiglione; B = Golfe de Bône; Al = Baie d'Alger; K = Plateau Kabyle; P = Golfe de Philippeville; L = Région de La Calle-Tabarca.

Concurremment, le taux d'accumulation des *espèces régionales* s'avère en rapport avec la fréquence de peuplement, ce qui dénote une réelle modification régionale de la composition des biocénoses superficielles. Ainsi, *Cupuladria canariensis* assure en Oranie jusqu'à 40 % de nombreuses fractions tandis que vers l'Est, à Bône, ses débris sont toujours rares (1 à 5 sur 100) ; de même, le genre *Hornera* relativement commun à l'Est (jusqu'à 20 % dans quelques stations) devient très difficile à observer en Oranie (jamais plus de 1 à 3 colonies sur 200).

Source : MNHN, Paris

*En définitive*, l'étude de la répartition géographique des Bryozoaires accumulés dans les sédiments organogènes permet d'apporter quelques précisions nouvelles sur la nature des ces sédiments mais fournit également quelques indications pouvant servir à des recherches paléogéographiques limitées au cadre relativement restreint d'une marge continentale allongée :

— Il apparaît ainsi que la sédimentation des colonies perturbe légèrement le rapport des divers groupes biogéographiques présents dans les biocénoses au profit des *formes endémiques* qui jouent un rôle prédominant dans la constitution des accumulations.

— Il ne paraît pas possible de caractériser les sédiments d'une région par la seule présence d'une ou plusieurs espèces.

— Cependant, quelques formes peuvent participer plus largement, dans une région plutôt que dans une autre, à la formation des sédiments et ce critère peut être très utile pour la délimitation de provinces où les conditions de milieu doivent sans doute être dissemblables.

Les Bryozoaires à accumulation régionale comprennent, en effet, quelques espèces *indicatrices* de facteurs édaphiques précis. Regroupées par affinité au sein de peuplements régionaux, elles confèrent à ces derniers des significations écologiques d'ensemble qui fournissent, à leur tour, de très utiles indications sur la nature des facteurs abiotiques du milieu qui ont, le plus, conditionné les variations régionales de la composition des sables organogènes.

c) ***Indications fournies par les espèces « oranaises ».***

La majeure partie des Bryozoaires dont l'abondance et la fréquence de peuplements sont restreintes à l'Oranie exige pour se développer un sédiment-substratum comportant nécessairement une fraction fine, argileuse, plus ou moins importante. Les Cupuladriidae sont ainsi réputés pour leur adaptation aux fonds sablo-argileux sur lesquels leurs colonies en dôme se déplaceraient librement (S.F. Harmer, 1931).

L'analyse texturale des sédiments confirme, comme nous le verrons plus loin, que l'abondance de tous les fragments de ces espèces est effectivement liée à des valeurs relativement élevées de la phase granulométrique F telle que $d < 0{,}100$ mm. Ainsi, les colonies de *Cupuladria canariensis* ne sont nombreuses que pour $15\ \% < F < 20\ \%$, ce qui semble correspondre aux indications de faciès jugées comme optimum pour la prolifération de l'espèce.

Pour les autres espèces, je n'ai pu réunir suffisamment d'observations chiffrées, mais leurs variations d'abondance apparaissent comme remarquablement parallèles à celles de la fraction F.

*L'importance de cette dernière, c'est-à-dire de la sédimentation terrigène fine, semble donc prépondérante dans l'établissement du « peuplement oranais ».*

Elle ne suffit cependant pas à expliquer entièrement la répartition générale de toutes les formes « oranaises » : on peut, en effet, observer que les Cupuladriidae sont bien moins répandus à l'Est de la baie d'Arzew que, par exemple, certaines espèces oranaises de Lamellibranches ne le sont; de plus leurs colonies disparaissent complètement dans les sédiments au large de la Calle alors que des biotopes favorables sont encore disponibles pour la vie de leurs représentants. L'extension de leurs peuplements et par suite de leurs débris paraît donc soumise à l'influence d'autres facteurs.

Ces Bryozoaires étant très répandus dans l'Atlantique tropical et jusque sur les côtes du Maroc, il est probable que leur distribution dans les sédiments organogènes algériens doit être en partie réglée par les facteurs mêmes qui conditionnent, en sens inverse, la répartition des *« espèces constantinoises »*.

d) ***Indications fournies par les espèces « constantinoises ».***

Elles n'ont pas encore de signification écologique bien définie; tout au plus, peut-on les considérer comme *habituelles* dans les biocénoses coralligènes. La plupart de leurs débris sont effectivement restreints aux graviers organogènes où F est inférieur à 5 %.

Cependant, les espèces constantinoises ne voient pas leur localisation uniquement liée à une valeur déterminée des caractères texturaux du sédiment, c'est-à-dire ici de la sédimentation terrigène fine, car elles n'ont pas beaucoup laissé de leurs débris dans les graviers calcaires de l'Oranie qui sont relativement nombreux. Les conditions moyennes de bathymétrie et d'agitation étant identiques d'un bout à l'autre du précontinent (tout au moins en ce qui concerne les formations organogènes

Source : MNHN, Paris

considérées), l'apparition en masse des *espèces constantinoises* à partir du cap Carbon doit donc être consécutive à une modification sensible des facteurs physico-chimiques du milieu.

S'il ne nous est guère possible de discerner en détail les effets de cette modification sur les biocénoses car ils se situent à un stade nettement « présédimentologique », il nous est tout de même donné d'observer que la limite Ouest des *peuplements constantinois* coïncide assez bien avec la zone d'extension vers le Nord du fameux courant d'eaux atlantiques. C'est, en effet, entre les 4° et 7° méridiens Est que les eaux superficielles d'origine océanique décollent en majeure partie de la côte algérienne qu'elles suivaient depuis Nemours. Les mesures de salinité et de température effectuées par l'I.S.T.P.M. indiquent qu'une bonne part de ces eaux atlantiques continue à progresser vers la Tunisie, parallèlement au littoral; mais leur « méditerranéisation » s'accentue dans de telles proportions que pour F. Bernard (1952) « à l'Est d'Alger, le courant océanique s'écarte des côtes ».

Comme l'espèce constantinoise à grande densité d'accumulation (*Onychocella vibraculifera*) est commune dans les sédiments des zones intermédiaires entre les deux bassins méditerranéens (1), sa soudaine prolifération à l'Est de Bougie doit donc correspondre plus à l'affaiblissement qu'à la disparition complète de l'influence océanique froide dont la pérennité jusqu'à Bône est justement marquée par la timide présence de *Cupuladria canariensis*.

*En définitive, grâce à l'utilisation de la signification écologique des espèces à accumulation préférentiellement régionale, on peut attribuer la modification progressive d'Est en Ouest, ou vice versa, de l'abondance et de la fréquence de quelques restes de quelques espèces aux fluctuations de deux facteurs abiotiques du milieu : le taux de la sédimentation terrigène fine d'une part, l'équilibre physico-chimique du milieu d'autre part.*

## III — LES BRYOZOAIRES ET LA TEXTURE DES SÉDIMENTS ORGANOGÈNES

Dans la première partie de ce mémoire, nous avons pu voir que l'abondance des Bryozoaires dans les sables organogènes, n'était pas en relation étroite avec la texture des sédiments. Comme il semble cependant que la fréquence de certaines espèces soit liée aux caractères texturaux du substratum (par exemple, *Cupuladria canariensis* et *Buchneria fayalensis* sont bien connues pour exiger des biotopes à substratum partiellement vaseux) il est possible d'envisager que les accumulations d'égale importance reconnues dans des sédiments à moyennes dissemblables soient constituées par des espèces différentes.

La dispersion granulométrique présentée par l'ensemble des fractions *Bryozoaires* serait ainsi d'origine spécifique. Pour cette raison, il m'a paru nécessaire de compléter l'étude des rapports « texture du sédiment — fraction Bryozoaires » par une investigation complète des corrélations possibles entre l'abondance des espèces et la texture.

Comme de nombreux biologistes après L.W. Stach ont observé que les *types zoariaux* étaient en liaison avec la nature du sédiment, j'ai aussi dressé un inventaire des corrélations « texture-types zoariaux ».

Enfin, le rôle des Bryozoaires indéterminables n'étant pas négligeable, l'étude des fluctuations de leur abondance avec la texture vient clore ce paragraphe.

### A — FRÉQUENCE D'ACCUMULATION DES ESPÈCES ET TEXTURE.

#### 1) Les paramètres texturaux.

Je n'ai pu mettre en évidence un quelconque rapport entre les dimensions moyennes des sables organogènes et le nombre des espèces d'une part, puis l'abondance de quelques-unes d'autre part. Tout au plus, apparaît-il que la plupart des colonies qui sont fréquentes dans les sables les plus

(1) Elle est bien connue des côtes orientales de la Tunisie (F. Canu et R. S. Bassler, 1930), du Détroit Siculo-tunisien (Y. V. Gautier, 1962). Ce dernier auteur la donne même comme « uniquement méditerranéenne ».

Source : MNHN, Paris

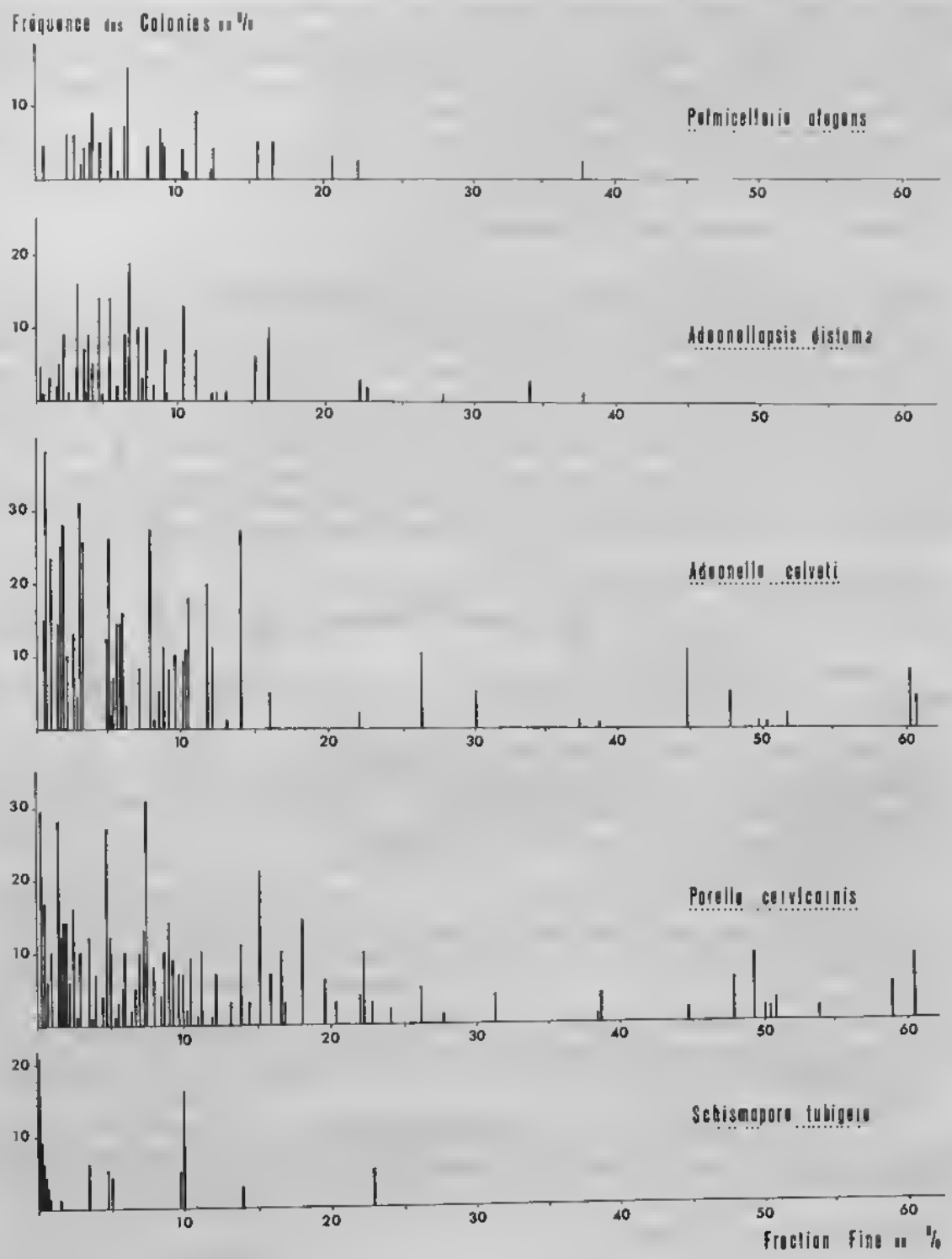



FIG. 73. — Les Bryozoaires accumulés dans les sédiments où F est inférieur à 20 %.

Source : MNHN, Paris

grossiers (*Adeonella calveti, Porella cervicornis*) le sont moins dans les sédiments plus fins au profit de formes plus petites (*Cellaria, Crisia*) mais sans que ce soit une règle générale.

Quelques espèces semblent voir leur abondance plus marquée pour certaines classes granulométriques : ainsi le nombre des fragments de *Cupuladria canariensis* est, en général, très élevé dans les sédiments où $x < 1$ mm, tandis que les restes de *Adeonellopsis distoma* ne sont présents que dans les sables où $x > 0{,}500$ mm. D'une manière générale, *Porella cervicornis* ou *Adeonella calveti* ne voient pas l'abondance de leurs débris strictement liée au grain-moyen.

Pas plus que le grain-moyen, le degré d'homogénéité des sédiments ne semble être un facteur influent dans la répartition et la fréquence d'accumulation des espèces.

### 2) Teneur en particules fines et pélitiques.

L'abondance des colonies de Bryozoaires dans les sables organogènes décroit lorsque la teneur en particules fines et pélitiques augmente. De plus, les populations voient leur composition varier très nettement et seules quelques espèces, toujours les mêmes, se retrouvent dans les sédiments envasés.

Bien que les sédiments organogènes présentent une teneur en particules fines souvent inférieure à 5 % de leur masse, j'ai essayé d'établir pour quelques espèces des relations « fréquence d'accumulation-teneur en particules fines ». Dautre part, j'ai pu également observer que la qualité des colonies variait sensiblement de part et d'autre d'une teneur en particules fines égale à 20 % du sédiment.

Les observations n'étant pas assez nombreuses pour toutes les formes reconnues, je ne présenterai de résultats que pour les colonies les plus communes ou les plus caractéristiques en essayant d'effectuer une comparaison avec les corrélations établies à partir des formes vivantes quand il y en a.

#### a) *Sédiments tels que $F < 20$ %.*

Presque toutes les espèces y ont leur maximum d'abondance. Parmi elles, les formes les plus caractéristiques sont les suivantes (voir fig. 73).

— *Schismopora tubigera* est résolument confinée dans les sédiments grossiers et ses colonies ne sont nombreuses que dans les sables où F est inférieur à 1 %. Cette distribution est tout à fait normale car ses représentants vivants sont *caractéristiques* des fonds où règne une certaine agitation.

J'ai pu retrouver, toutefois, un nombre élevé de ses fragments (16 % de la fraction *Bryozoaires*) dans quelques sédiments plus riches en particules fines (10 %). Mais ces sédiments ayant été dragués sur les flancs de hauts-fonds (en Oranie), on peut penser que la présence des débris de *Schismopora tubigera*, d'ailleurs usés, est accidentelle et résulte peut-être d'un simple transport. De toute façon, cette répartition reste exceptionnelle puisque *Schismopora tubigera* n'a été retrouvée en abondance ni dans les boues ni dans les vases de la bordure littorale.

— *Porella cervicornis* et *Adeonella calveti*, de leur côté, voient leur débris localisés en abondance dans les sédiments où F ne dépasse pas 15 % de la masse totale de l'échantillon. Lorsque F est plus élevée que 20 %, les deux formes n'arrivent pas à constituer d'amas dont l'importance soit supérieure à 10 % de la population totale de Bryozoaires. De plus, dans ces derniers cas (vases mixtes de Bône, par exemple) tous les fragments rencontrés sont pour la plupart usés ou épigénisés et leur mise en place n'est donc pas actuelle.

— *Adeonellopsis distomo* s'accumule de préférence dans les sables contenant moins de 16 % d'éléments fins et la fréquence d'accumulation de ses débris est maximum pour des valeurs de F comprises entre 3 et 10 %, ce qui semble correspondre à l'habitat normal de l'espèce considéré comme relativement profond et à l'abri des zones agitées.

— L'abondance des colonies de *Palmicellaria elegans* présente avec F des corrélations souvent identiques à celles que nous venons de voir pour les débris d'*Adeonellopsis distoma*. Les deux espèces semblent d'ailleurs généralement associées dans les sédiments algériens. On sait peu de choses sur l'écologie de la dernière.

#### b) *Sédiments tels que $F > 20$ %.*

Seules 3 espèces de Bryozoaires y accumulent leur maximum de débris; ce sont : *Cupuladria canariensis* et *Buchneria fayalensis* dont l'adaptation, à l'état vivant, aux faciès vaseux a déjà été signalée, ainsi que *Cupuladria doma*, plus rare que *C. canariensis* et dont les variations d'abondance n'ont pu être de ce fait figurées (voir fig. 74).

Source : MNHN, Paris

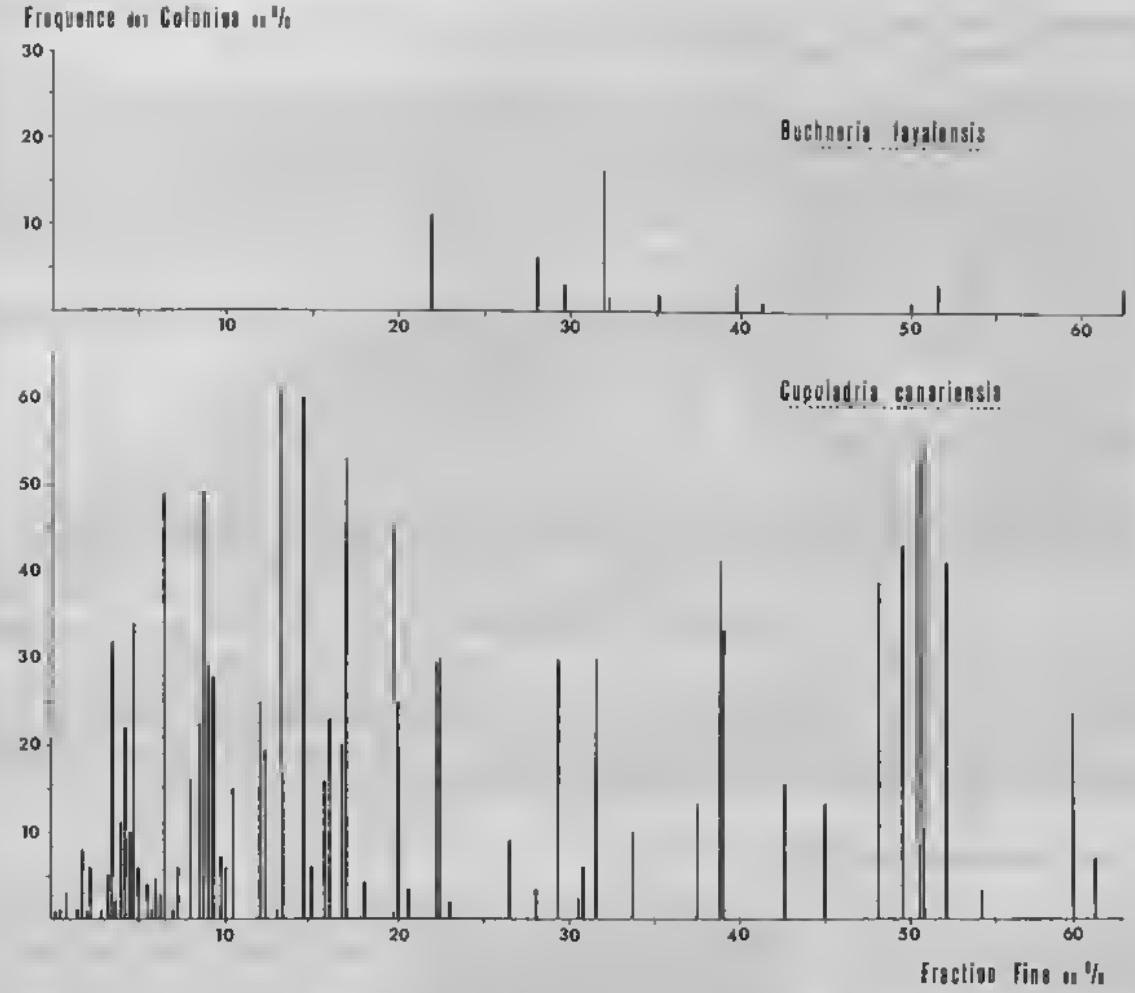



FIG. 74. — Les Bryozoaires accumulés dans les sédiments où F est supérieur à 20 %.

— *Cupuladria canariensis* présente en Oranie deux maximums d'accumulation : l'un pour les sédiments où $6\ \% < F < 16\ \%$, l'autre pour des matériaux nettement plus riches en pélites où F forme 50 % de la masse totale.

Dans le premier cas, toutes les colonies sont bien conservées et certaines même étaient vivantes à la remontée de la drague. La valeur de F calculée correspond donc aux indications de faciès considérées comme optimum pour la prolifération de l'espèce.

Dans le deuxième cas, les colonies usées et épigénisées, d'origine plus ou moins ancienne, sont les plus fréquentes pour ne pas dire les seules. Elles ont été mises en place avant que le sédiment ne se charge en pélites. Leur remaniement peut être dû au déséquilibre progressif entraîné, au niveau du fond, par l'accélération rapide des apports argileux. Leur présence indique en tout cas qu'il y a eu modification de la sédimentation.

— *Buchneria fayalensis* doit avoir une dépendance encore plus marquée à l'égard de la teneur du sédiment-substratum en particules fines car ses minces colonies n'ont été retrouvées que dans les sédiments où $F > 20\ \%$ et qui sont presque entièrement « vaseux ». Cette répartition correspond d'ailleurs tout à fait à celle observée par Y. V. GAUTIER et R. LAGAAIJ qui signalent ce Chilostome comme l'un des rares Bryozoaires pleinement adaptés aux fonds à sédimentation terrigène fine.

c) ***Le cas des Cellariidae.***

Dans les sédiments organogènes du précontinent algérien, la fréquence des débris de chacune des 3 espèces, *Cellaria fistulosa*, *C. salicornioides*, *C. sinuosa*, n'est pas en relation avec la valeur de F. En effet, les débris des 3 Cellariidae sont fréquents aussi bien dans les graviers que dans les vases

Source : MNHN, Paris

à organogène. L'uniformité de leur répartition tient autant à la faculté d'adaptation des colonies vivantes qu'à l'aptitude à la dispersion de leurs fragments morts et détachés.

*En définitive*, plus qu'à la granulométrie même, c'est surtout à la teneur en particules fines que paraissent liées la fréquence d'accumulation et la diversité des Bryozoaires dans les sédiments organogènes étudiés. De plus, la répartition des espèces accumulées se révèle (par rapport à la texture des sédiments) identique à celle des formes vivantes. Nous n'avons pas vu de grandes accumulations de formes typiques d'un sédiment grossier dans des vases ou des boues; de même, les rares colonies qui vivent dans les milieux vaseux, n'ont pas pour autant abandonné leurs fragments dans les sables grossiers.

Les corrélations « texture du sédiment-fréquences d'accumulations » reflètent donc bien celles qui existent entre la nature du substratum et les peuplements vivants.

## B — TYPES ZOARIAUX ET TEXTURE.

R. Lagaaij et Y.V. Gautier ont mis en évidence que les types zoariaux des populations vivantes sont, en général, liés à la nature du sédiment-substratum telle qu'on la définit habituellement c'est-à-dire de façon assez approchée : sables, vases, graviers. Les colonies de type *Lunulitiforme* ou *Cellariiforme* se développeraient ainsi sur les fonds vaseux tandis que sur les graviers et les sables tous les types zoariaux seraient représentés avec une diversité qui apparaît même comme hautement significative.

L'analyse des corrélations « texture-débris accumulés » montrant qu'il y a analogie entre la répartition de ces derniers et celle des formes vivantes, j'ai essayé de rechercher si la fréquence de certains types zoariaux dans les accumulations pouvait être mise en rapport avec la texture des matériaux et si donc les corrélations « types zoariaux-texture » pouvaient être précisées.

### 1) Les paramètres texturaux.

Aucun type zoarial ne voit son abondance strictement liée à des valeurs du grain-moyen bien définies. On rencontre ainsi des colonies *Adéoniformes* aussi bien dans les sables fins que dans les graviers et il en est de même pour tous les autres types zoariaux.

Cependant, en observant les variations des valeurs moyennes prises par les types zoariaux en fonction des diamètres moyens (voir fig. 75), on peut remarquer que les Bryozoaires *Adéoniformes* représentent le type zoarial le plus fréquent dans les sédiments grossiers et réduisent notablement leur nombre dès que le grain-moyen diminne. On peut voir aussi (et plus particulièrement en Oranie) que les *Cellariiformes* et *Lunulitiformes* sont, au contraire, les seuls à voir leur importance augmenter quand le diamètre moyen devient plus petit.

Entre la composition zoariale des fractions *Bryozoaires* et le degré d'homogénéité (voir fig. 76), il n'y a pourtant pas de rapports. Seuls, les *Cellariiformes* paraissent les plus abondants dans les sables les plus homogènes, c'est-à-dire dans les mieux triés ou les plus fins.

### 2) La teneur en particules fines F.

En regroupant les fréquences moyennes présentées par les types zoariaux pour des teneurs en fin elles-mêmes regroupées selon des intervalles de classe égaux à 5 % (voir fig. 77), on peut ainsi remarquer que les *Cellariiformes* et les *Lunulitiformes* sont nettement caractéristiques des sédiments organogènes envasés, les *Adéoniformes* prenant de plus en plus d'importance dans les sables de moins en moins riches en particules fines.

Le grand développement des *Cellariiformes* dans les sables partiellement envasés peut surprendre car les 3 espèces de *Cellaria* reconnues n'apparaissent pas comme spécialement confinées dans les sables à F élevée. En réalité, cette prédominance du type *Cellariiforme* est surtout due à un grand nombre de colonies très petites mais d'un genre différent comme les *Scrupocellaria*, les *Crisia*, qui sans être *dominantes* ou *caractéristiques* constituent la majeure partie des accumulations concernées.

Source : MNHN, Paris

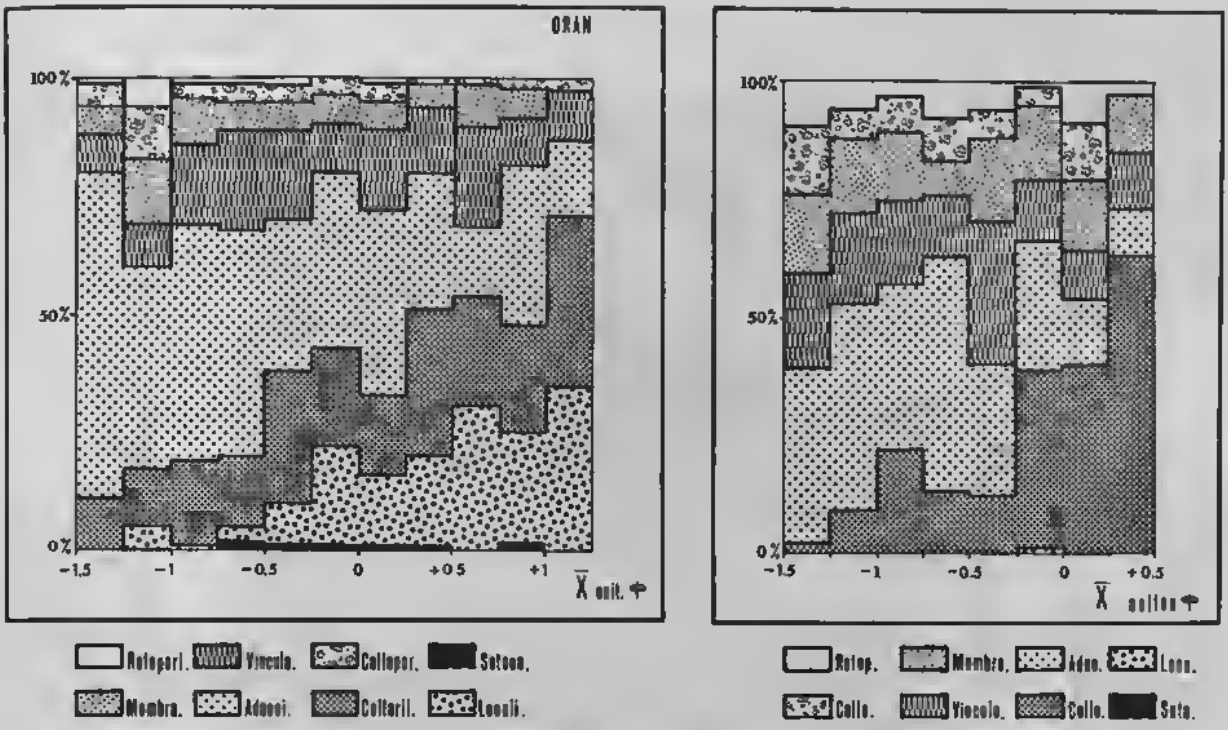



FIG. 75. — Distribution des types zoariaux en fonction du diamètre-moyen. En ordonnées : fréquences relatives des types zoariaux. A : en Oranie; B : à Bône.

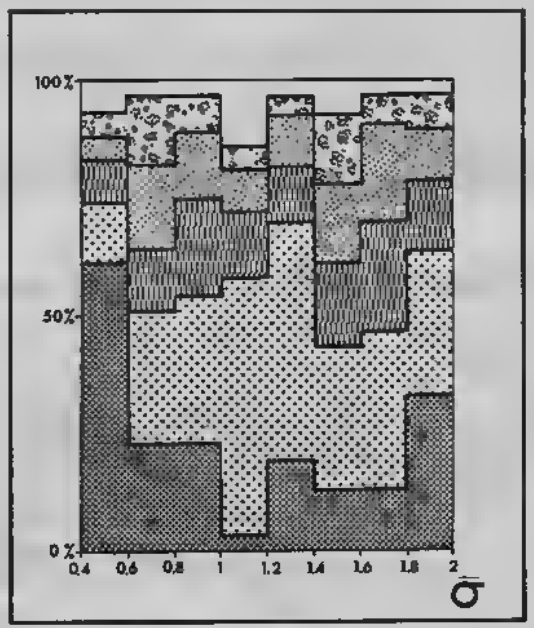



FIG. 76. — Distribution des types zoariaux en fonction de l'écart-type. En ordonnées : fréquences relatives des types zoariaux.

*En définitive,* on peut considérer que la composition zoariale des fractions *Bryozoaires* est conditionnée, comme celle des peuplements, par la proportion en particules fines plus que par le grain-moyen, c'est-à-dire le rapport des diverses phases granulométriques. Mais, si dans les sables organogènes le rapport des *Cellariiformes, Lunulitiformes* et *Adéoniformes* évolue de manière sensible-



Source : MNHN, Paris

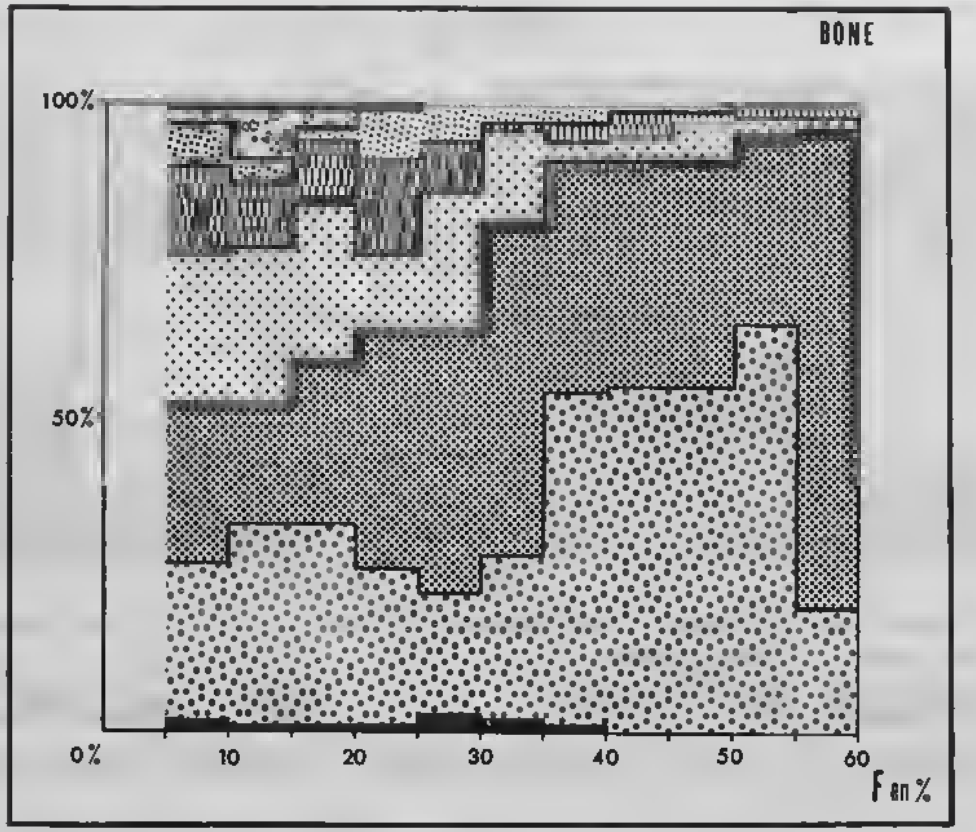



Fig. 77. — Variations d'importance moyenne des types zoariaux en fonction de la teneur en particules fines F des sédiments. En ordonnées : fréquences moyennes des types zoariaux. Figurés identiques à ceux des figures 75 et 76.

ment continue en fonction uniquement de l'importance de la phase fine et pélitique, il faut tout de même examiner la nature des espèces pour interpréter correctement les résultats de l'analyse « zoariale ».

## C — BRYOZOAIRES INDÉTERMINABLES ET TEXTURE DES SÉDIMENTS.

### 1) Les paramètres texturaux.

Il n'y a pas de relation entre les diamètres moyens des sédiments et leur teneur en fragments de Bryozoaires indéterminables. Il n'y a pas non plus de rapports entre cette phase importante des accumulations et l'écart-type des sédiments.

N'étant pas complètement liée à la granulométrie même du matériau, la fraction *Indéterminable* des populations de colonies accumulées ne peut donc logiquement résulter du seul effet de l'agitation sous-marine qui, en même temps qu'elle classerait, affinerait les particules organogènes, augmenterait par là même le nombre des fragments usés, remaniés.

Le « vieillissement » très marqué de certaines accumulations est donc d'origine très diverse et cela confirme une fois de plus que dans le cas de sédiments organogènes, *les paramètres granulométriques ne peuvent rendre entièrement compte de la genèse et de l'histoire du matériau.*

### 2) La teneur en fins.

L'accroissement de la proportion en particule fines ne s'accompagne pas, dans les sédiments organogènes étudiés, d'une augmentation connexe du nombre des fragments de Bryozoaires indéter-

Source : MNHN, Paris

minables. Le remaniement des colonies n'est donc pas non plus corrélatif de l'envasement plus ou moins poussé du substratum. En effet, si la disparition ou la raréfaction des grains grossiers peut ralentir le développement sur le fond de beaucoup d'espèces et provoquer une reprise d'origine chimique de quelques-unes, elle peut aussi favoriser l'apparition de formes nouvelles, mieux adaptées, venant diminuer le nombre des débris remaniés.

*En définitive*, il n'y a donc pas de relations simples entre l'importance des fragments de Bryozoaires remaniés, usés et la texture des sédiments qui les renferment. C'est que cette usure parfois élevée du stock de colonies en voie de sédimentation est due à de très nombreux agents parmi lesquels ceux d'origine biologique doivent être les plus importants.

## IV — LES BRYOZOAIRES ET LA BATHYMÉTRIE

L'analyse quantitative des sédiments organogènes grossiers du précontinent algérien montre nettement que, sans être cantonnées entre des limites bathymétriques extrêmement tranchées, les accumulations de Bryozoaires sont surtout importantes vers les zones intermédiaires du plateau continental (de — 60 m à — 80 m). Cette distribution est d'ailleurs tout à fait normale car les Bryozoaires sont des organismes vivants confinés en grande partie aux profondeurs même du plateau continental (R.C. Osburn, 1957 in Y.V. Gautier, 1962). Cependant, bien que l'ensemble des colonies puisse être considéré comme eurybathe à l'état vivant, il apparaît que la profondeur joue un rôle important dans l'étagement de plusieurs espèces (Y.V. Gautier, 1962). Quelques-unes sont, en effet, restreintes aux herbiers à Posidonies ou aux champs d'Algues superficielles (ce sont les formes sténobathes superficielles) ; d'autres, au contraire, prolifèrent aux alentours de — 100 ou — 200 m (ce sont les formes sténobathes moyennes). Quelques autres, enfin, ont été retrouvées plus bas, jusque dans les abysses et sont donc des formes sténobathes profondes.

Bien que les indications sur le nombre et les domaines respectifs des formes sténobathes soient encore très fragmentaires, il semble que la composition moyenne des populations dépende de la bathymétrie jusqu'à un certain point et qu'il soit possible de distinguer ainsi des populations superficielles, des populations intermédiaires et des populations profondes.

Est-il donc possible, en ce qui concerne les sédiments organogènes étudiés, de distinguer si la fréquence d'accumulation de certaines espèces, et en particulier des espèces sténobathes, y est liée à la bathymétrie ?

Les Bryozoaires sténobathes sont rangés selon Y.V. Gautier en 3 grandes catégories. Ce sont :

— *les formes sténobathes profondes* vivant entre — 800 m et — 1 000 m et n'existant donc pas dans nos sédiments;

— *les formes sténobathes moyennes* : elles sont surtout représentées par des espèces à zoaria de type *vinculariiforme*. Ce sont les genres *Adeonellopsis, Diporula, Palmicellaria, Schizoretepora*, et les espèces *Ramphonotus minax, Cribrilaria venusta, Escharina vulgaris* pour ne citer que des formes retrouvées dans les sédiments organogènes algériens. Toutes ont tendance à vivre entre — 50 m et — 100 m. Elles ne remontent qu'exceptionnellement au dessus de — 40 m et sont donc les formes les plus « profondes » de nos sédiments.

Sans être spécialement sténobathes moyennes, d'autres colonies ont été récoltées à plus de — 100 m, vivantes et parfois ovicellées :

*Adeonella calveti;*
*Cellaria salicornioides;*
*Cheiloporina circumcincta;*
*Cupuladria canariensis* (morte);
*Escharoides megarostris;*
*Frondipora gracilis;*
*Porella cervicornis;*
*Smittina inerma* (morte);
*Smittina ophidiana;*
*Sertella mediterranea;*
*Sertella couchii.*

Source : MNHN, Paris

— *les formes sténobathes superficielles,* elles, n'ont pas fait l'objet d'un inventaire spécial de la part de Y. V. Gautier et comprennent en majorité des colonies bien adaptées à la vie en herbiers (espèces épipbytes surtout).

La plnpart de ces formes ne sont pas retrouvées dans les sédiments organogènes. On pent senlement citer :

*Margaretta cereoides*;
*Schismopora tubigera.*

*Cellaria fistulosa* avait été primitivement considérée comme sténobathe superficielle par Y. V. Gautier, mais à la snite de ses observations sur les sédiments dn delta rhodanien, l'auteur l'a rangée parmi les espèces sans signification bathymétrique précise.

En ce qui concerne la répartition bathymétrique des Cyclostomes, les observations sont très dispersées et les biologistes n'ont pas encore reconnu si certaines de leurs espèces pouvaient être considérées comme sténobathes.

## A — FRÉQUENCE D'ACCUMULATION DES ESPÈCES ET BATHYMÉTRIE.

### 1) Les espèces sténobathes moyennes.

Avec une fréquence d'accumulation nettement plus élevée dans les dépôts sitnés au-dessous de — 100 m, les forme sténobathes moyennes voient, d'une manière générale, leur sédimentation s'effectuer sans grandes perturbations. Aucune n'a été ainsi reconnue dans les sédiments prélevés au-dessus de l'isobathe — 40 m qui représente leur limite batbymétrique supérieure.

Les accumulations maximum s'étagent comme suit (voir fig. 78) :

— de — 140 m à — 130 m pour *Adeonellopsis distoma* qui est surtout répandue en Oranie.

— vers — 100 m pour les deux espèces de *Palmicellaria* qui n'ont pas été retrouvées plus baut que — 50 m.

— entre — 80 et — 100 m pour *Diporula verrucosa* qui accuse à Bône de fortes teneurs vers — 45 m, ce qui est curieux vu que tons les Bryozoaires s'accumulent de plus en plus profondément de l'Ouest vers l'Est. Cet approfondissement est d'ailleurs connu en ce qui concerne les formes vivantes.

Sans être cataloguées comme typiquement sténobatbes moyennes, d'autres espèces sont considérées par R. Lagaaij et Y.V. Gautier comme assez profondes ou tout au moins absentes des 40 premiers mètres.

Sur ce groupe relativement important de 37 formes, deux espèces (*Buchneria fayalensis* et *Tervia irregularis*) sont suffisamment accumulées dans les fractions *Bryozoaires* pour que leurs diagrammes de répartition batbymétrique aient pu être établis, (voir fig. 78). L'une comme l'autre n'ont pas été retrouvées dans les sédiments organogènes dragués au-dessus de — 40 m, mais l'une (*Tervia irregularis*) s'accumule de préférence plus haut que l'isobatbe — 100 m et est donc caractéristique du plateau continental tandis que l'autre (*Buchneria falayensis*) semble plntôt spécifique de la sédimentation organogène profonde (rebord et pente continentale).

En plus de ces formes sténobathes moyennes, d'autres Bryozoaires ont été rencontrés au-dessous de — 100 m et parmi ces dernières formes beaucoup y sont plus nombreuses qu'on ne le croyait (voir tableau 17). Cependant, aucune de ces nombreuses colonies n'y constitne d'accumulations plus importantes que celles qu'elle construit plus baut.

### 2) Les espèces sténobathes superficielles.

La plupart des Bryozoaires considérés comme tels ont des zoaria fragiles et leur rôle dans la sédimentation organogène littorale, conditionnée en grande partie par l'action violente des courants de boule, est naturellement réduit comme on l'a vu. Cependant, deux formes à forte imprégnation calcaire se retrouvent en assez grand nombre dans les sables organogènes de la frange et de la bordure littorale.

Ce sont : *Margaretta cereoides* (habitat compris entre — 10 et — 45 m) ;
*Schismopora tubigera* (habitat compris entre — 30 et — 80 m).

Source : MNHN, Paris

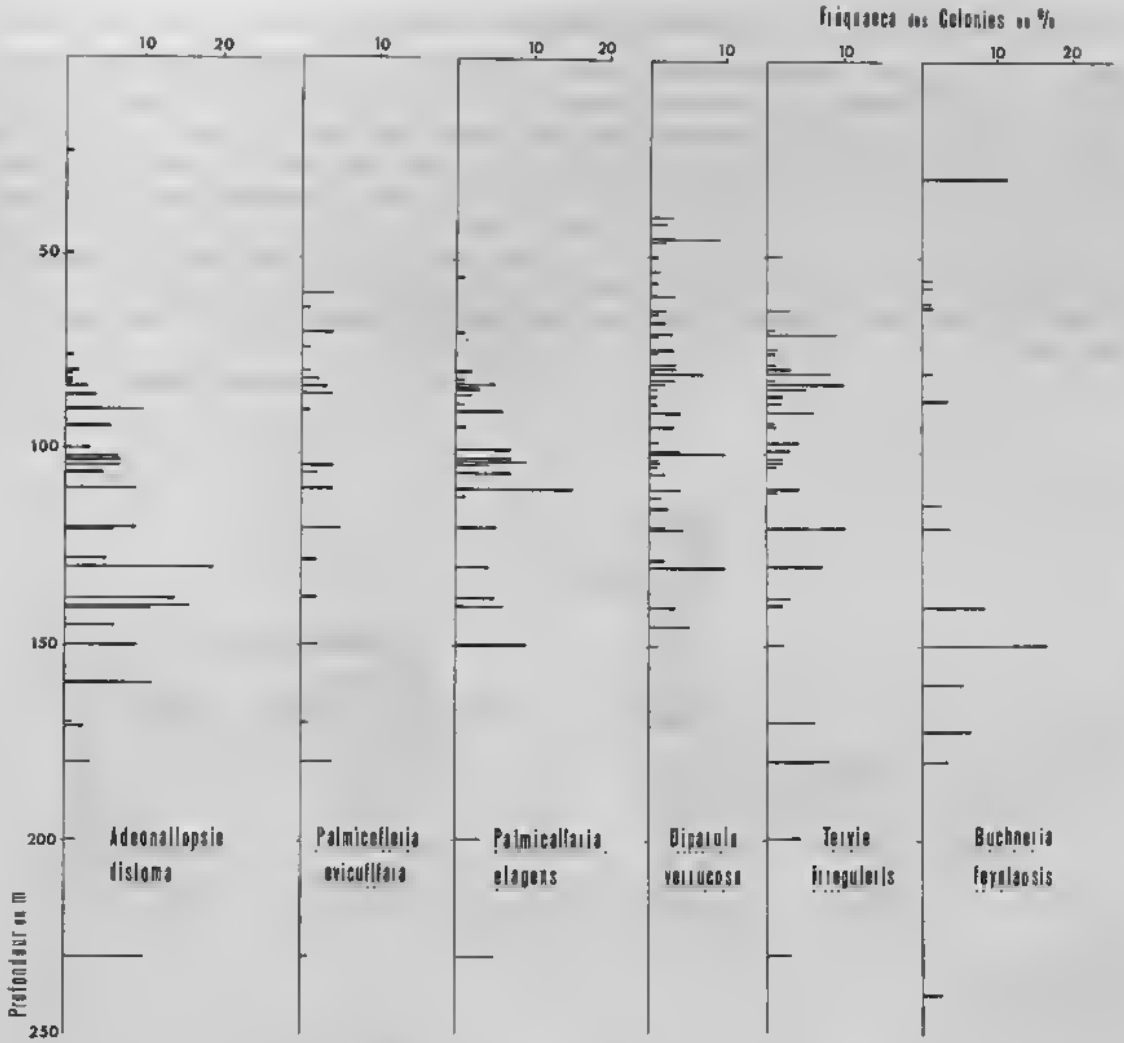



FIG. 78. — Répartition bathymétrique des fréquences d'accumulation de quelques Bryozoaires profonds.

## TABLEAU XVII

*Espèces récoltées à plus de 100 m sur le Précontinent algérien*

| Noms des Espèces | Nombre de Stations | Profondeur Maximale | Fréquence d'Accumulation Maximale |
|---|---|---|---|
| *Cellaria salicornioides* | 22 | 230 m | 23 % |
| *Scrupocellaria scrupea* | 9 | 200 m | 7 % |
| *Cupuladria canariensis* | 17 | 230 m | 30 % |
| *Onychocella vibraculifera* | non observée (1) | | |
| *Cribrilaria venusta* | non observée | | |
| *Schizomavella linearis* | non observée | | |
| *Schizomavella rudis* | non observée | | |
| *Porella cervicornis* | 22 | 230 m | 14 % |
| *Adeonella calveti* | 22 | 230 m | 16 % |
| *Escaroides megarostris* | non observée | | |
| *Smittoidea ophidiana* | non observée | | |
| *Hornera sp.* | 4 | 170 m | 6 % |
| *Cellaria sinuosa* | 17 | 230 m | 36 % |

(1) Par comparaison avec Y. V. GAUTIER, voir tableaux VI, VII, VIII, p. 322-325, 1962.

Source : MNHN, Paris

*Répartition Bathymétrique des Débris de Margaretta cereoïdes.*

Cette espèce est généralement considérée comme très littorale car elle vit entre les souches de Posidonies et sur les graviers et concrétions supportant des biocénoses de type « précoralligène ».

D'après le diagramme de répartition batbymétrique de ses débris, (voir fig. 79), on peut remarquer que ses accumulations les mieux fournies caractérisent toujours les fractions *Bryozoaires* des sables très côtiers (jusqu'à 97 % en 0.317 par — 12 m). Toutefois, sa présence a été relevée au-delà de — 50 m. Mais dans tous les cas observés (5 stations en Oranie, 2 à Bône), ses restes deviennent alors très rares (1 à 2 fragments sur des centaines de colonies examinées) et nettement usés (péristome abrasés, cannelures effacées). Leur origine ancienne (pour les débris rencontrés entre — 80 et — 90 m) ou leur mise en place après transport (pour quelques restes retrouvés vers — 60 ou — 70 m) ne font ainsi pas de doute.

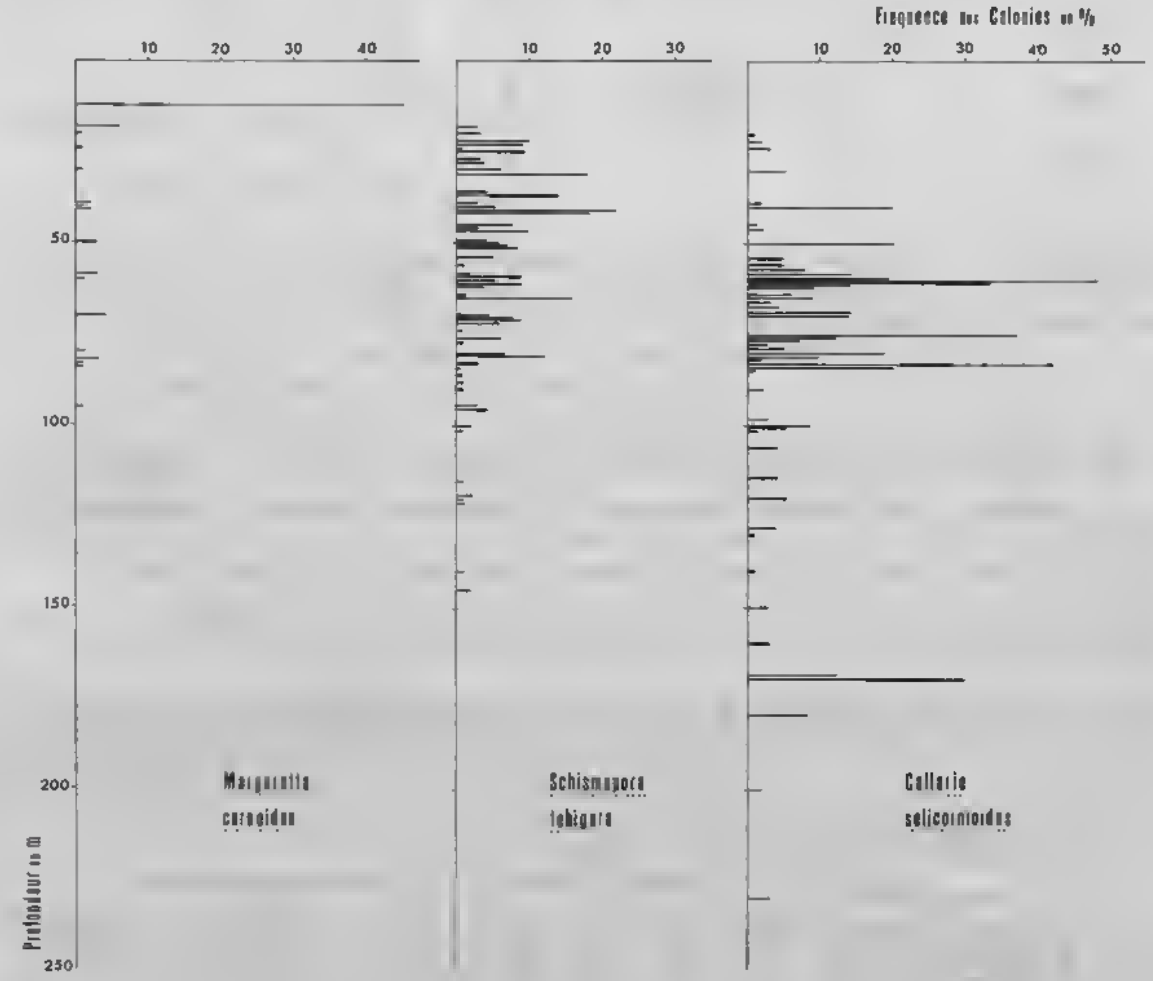



Fig. 79. — Répartition batbymétrique des fréquences d'accumulation de quelques Bryozoaires superficiels.

*Répartition Bathymétrique des Débris de Schismopora tubigera.*

D'une manière générale, les colonies de ce *Cellèporiforme* vivent entre — 30 m et — 80 m. On peut voir d'après la figure 79 que la plupart de ses restes figurent dans les sédiments recueillis dans ces mêmes limites bathymétriques. Cependant, leur fréquence d'accumulation est maximum entre — 30 et — 50 m en raison de l'adaptation de l'espèce aux fonds à courants relativement forts.

Au-dessous de — 100 m, quelques fragments de *Schismopora tubigera* ont bien été reconnus (dans 7 stations au total) mais dans tous les cas, tous les débris se sont révélés très usés, assez rares (1 ou 2) et parfois partiellement épigénisés. Leur mise en place n'est pas actuelle.

Source : MNHN, Paris

*Répartition Bathymétrique des Débris de Cellaria fistulosa.*

J'ai pu vérifier que les accumulations des colonies de *Cellaria fistulosa* ne sont pas typiquement superficielles mais se situent, au même titre que de nombreuses autres colonies abondantes, au niveau des sédiments organogènes du plateau continental proprement dit.

**3) Les espèces non sténobathes.**

Les Bryozoaires sténobathes ne forment pas la majeure partie des fractions *Bryozoaires* et il est donc intéressant de rechercher comment se distribuent les fréquences d'accumulation des espèces non sténobathes. Pour cela, j'ai établi des diagrammes de répartition bathymétrique pour toutes les formes *dominantes* ou *caractéristiques*, mais nous ne discuterons ici que de l'étagement des espèces les plus fréquentes (voir fig. 80).

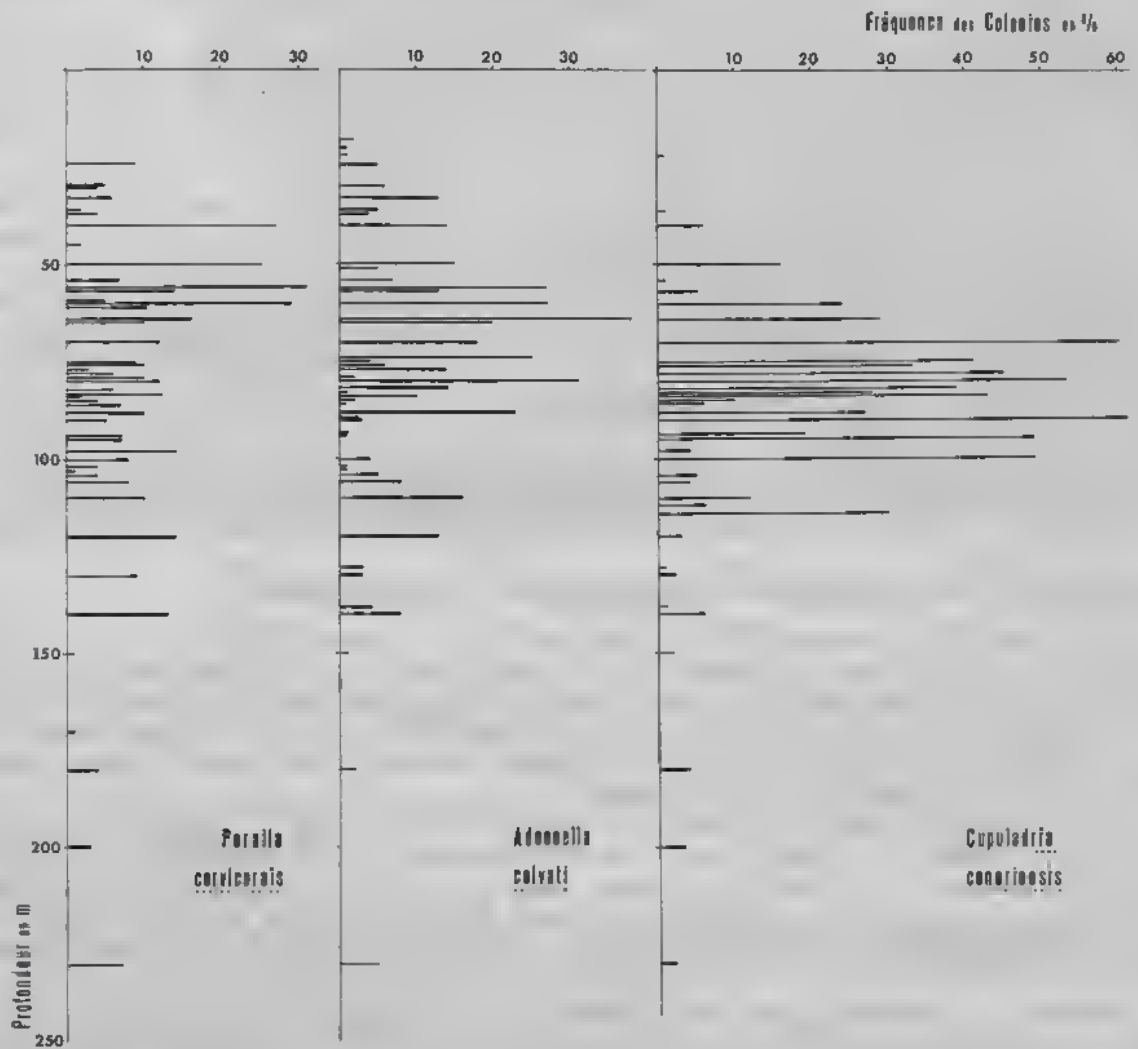



Fig. 80. — Répartition bathymétrique des fréquences d'accumulation de quelques Bryozoaires dominants.

*Répartition bathymétrique des accumulations de Porella cervicornis et Adeonella calveti.*

L'accumulation de ces deux espèces est maximum pour les profondeurs comprises entre — 50 m et — 80 m, c'est-à-dire entre les limites bathymétriques qui enserrent les biotopes les plus favorables à la prolifération des biocénoses coralligènes.

Source : MNHN, Paris

Les accumulations relevées au-dessous de — 100 m ont une importance très réduite et renferment souvent (Arzew, La Calle) des fragments épigénisés d'origine ancienne.

*Répartition bathymétrique des accumulations de Cellariidae.*

La distribution bathymétrique des accumulations de *Cellaria salicornioides* et de *Cellario sinuosa* est à peu de choses près identique à celle de *C. fistulasa* que nous avons déjà vue. Il semblerait tout au plus que les restes de *C. sinuosa* soient fréquents à un niveau légèrement plus profond, mais la différence n'est pas si grande, qu'on puisse dire, comme Y.V. GAUTIER (1962), que cette dernière espèce est plus « profonde » que les deux autres.

*Répartition bathymétrique des accumulations de Cupuladrio canariensis.*

Bien que Y.V. GAUTIER assigne à cette espèce des limites relativement profondes (de 100 m à 300 m), j'ai pu remarquer que dans les sédiments oranais, les débris de ce Cbilostome ne sont abondants qu'entre — 50 m et — 100 m, c'est-à-dire au niveau même du plateau continental.

L'étude des répartitions bathymétriques propres à chacune des espèces non sténobathes ne fournit donc pas de corrélations extrêmement tranchées, sinon que toutes les formes ont leur maximum d'abondance dans les sédiments du plateau continental proprement dit, aucune n'étant accumulée à un niveau bien précis.

*En définitive*, si aucune colonie, sténobathe ou non, ne parvient à caractériser par sa seule présence les sédiments d'une tranche bathymétrique étroite, on peut cependant mettre en évidence que :

— les sédiments de la bordure littorale (— 10 à — 50 m) sont caractérisés par les fréquences d'accumulation les plus élevées des espèces sténobathes superficielles à zoarium très calcifié;

— les sédiments du plateau continental renferment des accumulations de formes non typiquement sténobathes;

— les sédiments du rebord et de la pente continentale se distinguent par la grande abondance des espèces sténobathes moyennes.

Autrement dit, la répartition bathymétrique des accumulations de colonies de Bryozoaires reflète somme toute fidèlement la distribution bathymétrique des peuplements vivants.

## B — FRÉQUENCE D'ACCUMULATION DES TYPES ZOARIAUX ET BATHYMÉTRIE.

L.W. STACH a observé chez plusieurs espèces à type zoarial instable des morphoses en fonction de la profondeur, c'est-à-dire de l'agitation au fond. Ainsi, quelques types zoariaux dépendraient de la profondeur et à ce titre, les *Cellariiformes* et les *Catenicelliformes* seraient réputés comme très littoraux (zoarium articulé) tandis que les *Vinculariiformes* (zoarium rigide et grêle) seraient mieux adaptés aux zones plus profondes et plus calmes.

Cependant, toutes les espèces à accumulation littorale ne sont pas des *Cellariiformes* et on rencontre même ces dernières bien plus au large. Pour Y.V. GAUTIER le rôle de la profondeur serait donc largement contrebalancé par celui du substratum et il semblerait ainsi, du point de vue paléoécologique, que la seule présence de l'un ou de l'autre des types zoariaux dans les sédiments ne puisse pas fournir d'indications bathymétriques plus précises que celles que fournissent les espèces sténobathes.

Cependant, en reprenant sur des bases statistiques l'analyse des relations « profondeur-types zoariaux », j'ai pu mettre en évidence que les variations des proportions moyennes de types zoariaux dans les accumulations pouvaient être plus ou moins liées à la bathymétrie. Pour cela, j'ai d'abord calculé pour chaque fraction *Bryozoaires* les proportions relatives de chaque type zoarial représenté. J'en ai déduit la nature du type zoarial dominant puis j'ai regroupé tous les résultats suivant des intervalles bathymétriques de 10 m et estimé pour chacun la proportion moyenne de tous les types zoariaux.

Afin d'atténuer autant que possible les effets du facteur substratum, les comptages réalisés sur des vases à organogène ont été écartés; la localisation géographique des Lunulitiformes a contraint à scinder les corrélations générales en deux « approches régionales ».

Source : MNHN, Paris

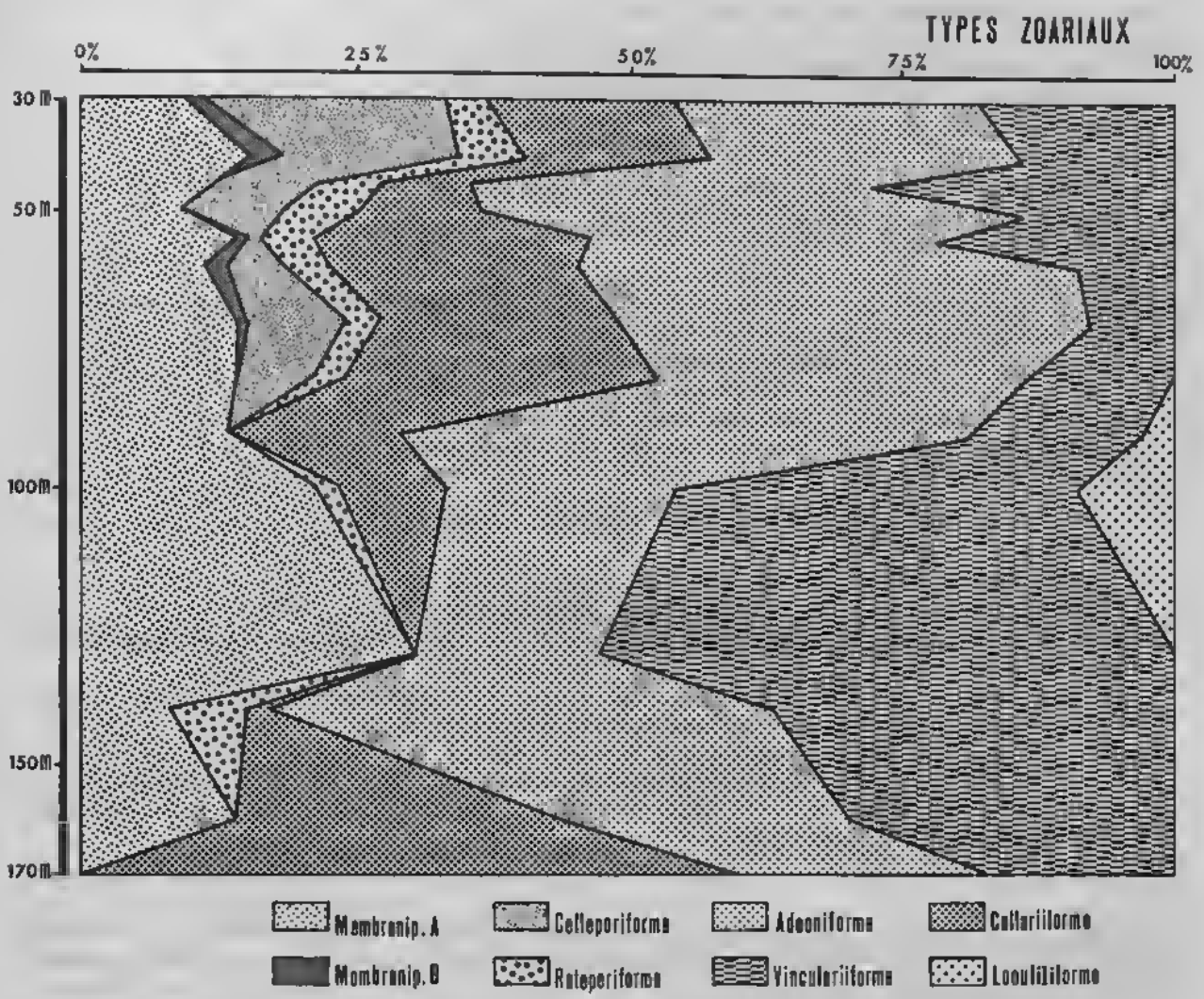



FIG. 81. — Répartition bathymétrique moyenne des types zoariaux.

**1) Variations bathymétriques des proportions de types zoariaux dans les accumulations de Bryozoaires oranaises.**

D'après la figure 81, on peut ainsi les définir :

— les sables organogènes très littoraux (— 10 m) ne contiennent que des *Cellariiformes;*
— les *Celléporiformes* caractérisent les accumulations de la bordure littorale avec un maximum d'accumulation entre — 20 m et — 30 m.
— les *Lunulitiformes* sont abondants entre — 70 m et — 100 m.
— les *Vinculariiformes* ne forment une bonne partie de la fraction qu'à partir de — 100 m.
— les *Adéoniformes* présentent deux proportions élevées : la première se situe entre — 50 m et — 70 m et correspond au dépôt des éléments d'origine coralligène (*Adeonella calveti* et *Porella cervicornis*) ; la seconde s'établit entre — 110 m et — 150 m et peut être attribuée à l'accumulation de formes non coralligènes (*Adeonellopsis distoma*).

*Remarque :*

Ce dernier exemple montre d'ailleurs la nécessité de compléter les résultats rapides obtenus avec les types zoariaux, par exemple en paléoécologie, par une analyse relativement simple des espèces.

Source : MNHN, Paris

Finalement, l'abondance de trois types zoariaux paraît être en liaison avec des profondeurs bien distinctes :

les *Celléporiformes* sont surtout abondants entre 0 et — 60 m;
les *Lunulitiformes* de — 70 m à — 100 m;
les *Vincullariiformes* au-delà de — 100 m.

**2) Variations bathymétriques des proportions de types zoariaux dans les accumulations de Bryozoaires constantinoises.**

L'analogie des corrélations constantinoises avec celles d'Oranie est à peu près complète sauf en ce qui concerne les *Cellariiformes*. En effet, l'abondance de ces derniers n'est pas caractéristique des sédiments organogènes très littoraux. Il est vrai cependant que j'en ai récolté très peu. On peut de plus remarquer le très net approfondissement des *Lunulitiformes* qui se cantonnent dans cette région vers — 110 m. Les *Adéoniformes* conservent leurs deux maximums d'accumulation liés toujours aux trois espèces déjà citées. Les *Celléporiformes* et *Vincullariiformes* ont toujours leurs proportions les plus élevées sur la bordure littorale et sur la pente continentale.

**3) Répartition bathymétrique des types zoariaux dominants.**

Dans les accumulations de Bryozoaires :

— les *Cellariiformes* sont seuls prédominants de 0 à — 20 m;
— les *Celléporiformes* ne peuvent être dominants que dans les fractions accumulées entre — 20 m et — 65 m;
— les *Lunulitiformes* ne forment la majeure partie des peuplements qu'entre — 70 m et — 110 m;
— les *Vincullariiformes* sont seuls dominants à compter de — 100 m;
— les *Adéoniformes* sont dominants à tous les niveaux;
— pour les *Rétéporiformes* et *Membraniporiformes* de même que pour les *Sétoselliniformes*, les observations sont trop peu nombreuses pour que l'on puisse attribuer un domaine bathymétrique à leur prédominance.

Cependant, il n'y a pas de véritable « étagement » des types zoariaux dominants.

*En définitive*, malgré la diversité des peuplements propres à chaque région, les variations bathymétriques d'abondance relative présentées par quelques types zoariaux permettent de classer les accumulations de la façon suivante :

***les accumulations littorales*** (de 0 à 50 m) sont caractérisées par l'abondance et la prédominance des *Celléporiformes* associés à une extension relative des *Cellariiformes*.

***les accumulations de la plate-forme continentale*** se distinguent par le maximum d'abondance des *Lunulitiformes* et les grandes proportions des *Adéoniformes*.

***les accumulations de la pente continentale*** ont en particulier de présenter les valeurs les plus élevées des *Vincullariiformes* associées à la disparition presque complète des *Membraniporiformes* et des *Rétéporiformes*.

## C — LES BRYOZOAIRES INDÉTERMINABLES ET LA PROFONDEUR.

D'une manière générale, la teneur en colonies indéterminables des fractions *Bryozoaires* n'a pas plus de relation avec la profondeur qu'elle n'en a avec la texture du sédiment.

Tout au plus apparaît-il que, sur toute l'étendue du précontinent algérien, les proportions de colonies indéterminables ne deviennent importantes (plus de 85 %) que dans les accumulations peu élevées triées dans les sables et graviers calcaires prélevés à moins de 50 m. L'importance de ces stocks doit sans aucun doute être attribuée à l'action de la houle. En effet, l'examen des fragments montre toujours que leur usure est d'origine mécanique (nous avons déjà souligné les effets de ce remaniement sur les colonies de *Margaretta cereoides* et ils sont à peu près analogues sur les restes des *Cellaria*). D'autre part, l'analyse des accumulations met bien en évidence que plus leur position

Source : MNHN, Paris

est voisine du niveau 0, plus leurs composants sont méconnaissables. Ainsi, au-dessous de — 20 m les Bryozoaires indéterminables forment presque toujours plus de 85 % des fractions, tandis que dès — 40 m, leurs proportions ne sont plus partout identiques et peuvent osciller entre 50 % et 90 %. Corrélativement, le nombre des zoaria roulés diminue très rapidement tandis que celui des restes encroûtés ou mutilés augmente très sensiblement. L'influence uniformément abrasive de la houle s'estompe ainsi progressivement au profit de l'action dégradante mais localisée des agents en grande partie biologiques.

A partir de — 50 m, cette dernière forme de dégradation, accompagnée de processus d'épigénisation à effet plus local, doit assumer la majeure part dans la constitution de la phase indéterminable des accumulations.

On peut d'ailleurs noter que les valeurs les plus faibles présentées par cette phase correspondent aux niveaux intermédiaires de la plate-forme continentale, compris entre — 70 m et — 90 m, là où la présence de biotopes favorables assure de bonnes conditions au développement des grandes colonies, c'est-à-dire une alimentation intense en matériaux organogènes.

Beaucoup plus bas, vers — 100 m ou — 150 m, le nombre des Bryozoaires indéterminables est tout aussi variable, mais la proportion des débris usés demeure comprise entre 50 % et 90 % des fractions. A ces profondeurs, les colonies rendues indéterminables par épigénisation partielle ou totale sont de plus en plus fréquentes, mais leur répartition reste tout de même trop localisée pour que l'on puisse attribuer la totalité des remaniements à cette épigénisation.

*En définitive*, seules les phases indéterminables des fractions *Bryozoaires* les plus superficielles voient leurs diverses importances liées aux profondeurs de dépôt. Elles présentent alors des valeurs extrêmement élevées qu'on ne retrouve nulle part ailleurs à la surface du précontinent.

## V — LES BRYOZOAIRES ET LA TOPOGRAPHIE DES FONDS

En dehors de la profondeur ou de la texture du sédiment, les Bryozoaires sont extrêmement sensibles à la nature et à la taille des supports sur lesquels leurs larves peuvent se fixer puis poursuivre leur développement. On en a un bon exemple avec les corrélations « Algues calcaires-Bryozoaires ». Pour cette raison, leurs peuplements sont nettement plus denses sur les fonds plus ou moins rocheux, dépourvus de couverture meuble fine et offrant de larges zones de fixation. Leurs accumulations doivent être beaucoup plus élevées aux alentours de ces biotopes ce qui explique la répartition des faciès à Bryozoaires sur toutes les surfaces accidentées de la marge algérienne.

En fait, il est difficile dans ce travail de vouloir définir avec précision les relations entre la présence ou la proximité de fonds rocheux et l'importance des fractions *Bryozoaires* correspondantes car les seuls renseignements sur la morphologie des fonds demeurent uniquement les enregistrements de sondages U. S.

D'autre part, la profondeur, les apports terrigènes fins modifient considérablement la répartition des espèces pour un même type de support et la distance au rivage intervient également puisque je n'ai pas retrouvé certaines espèces littorales comme *Margaretta cereoides* autour des îles et des hauts-fonds. La prolifération des Bryozoaires autour des îles et des hauts-fonds serait due d'ailleurs au fait que les eaux du large sont bien aérées et moins polluées (Y.V. Gautier, 1962).

Finalement, pour essayer de mieux déterminer la répartition des fréquences d'accumulation des diverses espèces reconnues à l'échelle du précontinent, il semble que l'utilisation du système des UNITÉS MORPHOLOGIQUES doive permettre de tenir compte de l'action combinée de tous les facteurs de l'environnement marin. L'unité morphologique (voir chapitre V § 3) rend compte en effet de la position géographique d'une population ou d'une espèce, de la nature du fond, de la profondeur et des conditions hydrodynamiques (mer sans marées). Nous avons d'ailleurs pu voir que l'abondance des fractions *Bryozoaires* était en étroite relation avec les diverses entités topographiques de la marge continentale dont nous rappelons la liste :

A. Zone littorale, de 0 à — 40 m.
B. Pente littorale, de — 40 à — 60 m.

Source : MNHN, Paris

C. Fonds plats sans substratum rocheux, de — 60 à — 90 m.
D. Fonds plats a substratum rocheux, de — 60 à — 90 m.
E. Fonds a relief accidenté, de — 60 à — 90 m.
F. Hauts-fonds, de — 20 à — 40 m.
G. Bordure et pente des hauts-fonds, de — 60 à — 90 m.
H. Rebord, de — 90 à — 120 m.
I. Pente continentale, de — 120 m à — 200 m et au-delà.

## A — RÉPARTITION TOPOGRAPHIQUE DES ESPÈCES.

Sur tout le précontinent algérien, deux espèces seulement de Bryozoaires caractérisent des Unités Topographiques bien définies par leur maximum d'accumulation.

Ce sont :

*Margaretta cereoides* qui ne se retrouve que dans les dépôts organogènes de la frange et de la pente littorale, ce qui s'explique aisément du fait qu'elle est *sténobathe superficielle;* mais qui n'a pas été aperçue dans les sédiments pourtant peu profonds des hauts-fonds du large;

— *Tervia irregularis* qui, de son côté, ne présente d'accumulations supérieures à 5 % que pour les sédiments des hauts-fonds (partout ailleurs, ses colonies ne forment jamais plus de 3 % des fractions « Bryozoaires »).

A part ces deux Bryozoaires, toutes les autres espèces recueillies ne paraissent pas localiser leurs débris dans une ou deux unités topographiques.

— *Schismopora tubigera* est abondante en Oranie dans les sédiments organogènes littoraux, mais ne l'est devant le Constantinois que dans les sables des hauts-fonds;

— *Mecynoecia* sp. présente son maximum de densité en Oranie pour les matériaux organogènes des hauts-fonds et son minimum de densité pour les mêmes unités topographiques à l'Est d'Alger.

## B — LES TYPES ZOARIAUX ET LA TOPOGRAPHIE.

En procédant de la même manière que pour les corrélations « Types zoariaux-Profondeur », on peut calculer le rapport moyen des divers types zoariaux pour chaque unité topographique.

Les résultats, présentés séparément pour chaque région en raison de la localisation des *Lunulitiformes,* sont les suivants (voir fig. 82 et 83) :

### 1) Les types zoariaux dans les sédiments organogènes de la bordure littorale.

En Oranie, les fractions *Bryozoaires* isolées dans les sédiments organogènes de la bordure littorale peuvent être caractérisées par :

— l'importance des *Cellèporiformes;*
— la prépondérance des *Cellariiformes;*
— le peu d'importance des *Lunulitiformes.*

A l'Est d'Alger, les *Cellèporiformes* prennent plus d'importance dans les sédiments de la frange littorale tandis que les *Cellariiformes* ont quasiment disparu (les faciès littoraux sont différents comme on l'a vu).

D'une façon générale, les sédiments organogènes de la pente littorale ne présentent pas un assortiment bien spécial de types zoariaux.

### 2) Les types zoariaux dans les sédiments organogènes de la plate-forme continentale.

En Oranie comme en Constantinois, les assemblages de types zoariaux retrouvés dans les sédiments organogènes de la plate-forme continentale se distinguent surtout par le peu d'importance des *Cellèporiformes,* exception faite des hauts-fonds. Les *Adéoniformes* y représentent en général le

Source : MNHN, Paris

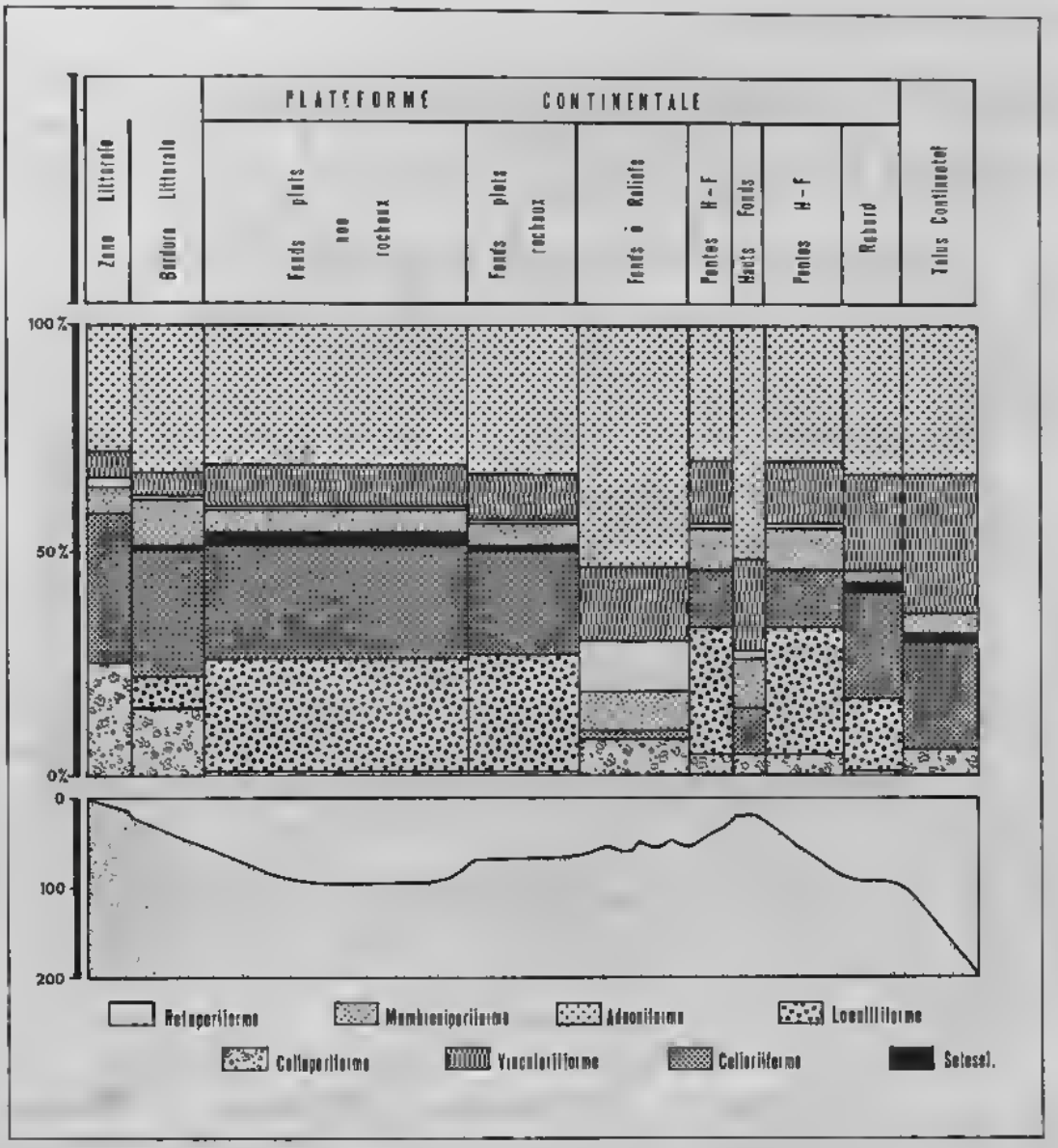



Fig. 82. — Répartition topographique des associations de types zoariaux en Oranie.

type zoarial prédominant et en Oranie les *Lunulitiformes* y sont pratiquement restreints exception faite des hauts-fonds qui se différencient ainsi nettement par la composition zoariale.

En Oranie, deux grandes unités topographiques se détachent nettement par l'aspect bien tranché de leurs populations :

— *les Fonds plats à substratum non rocheux* se caractérisent ainsi par l'abondance des *Lunulitiformes* et des *Cellariiformes* qui forment à eux seuls près de 50 % des accumulations de Bryozoaires, de même que par la disparition presque totale des *Celléporiformes* qui ne jouent plus aucun rôle dans la constitution du sédiment.

Les fonds plats à substratum rocheux sont trop peu nombreux pour qu'on puisse avoir une bonne idée de la composition zoariale des accumulations de Bryozoaires reconnues à leur surface.

— *les Fonds à Relief accidenté*, bien que peu nombreux possèdent des populations à caractères bien spéciaux formées surtout par beaucoup d'*Adéoniformes* (proportion maximum) et de *Rétépori-*

Source : MNHN, Paris

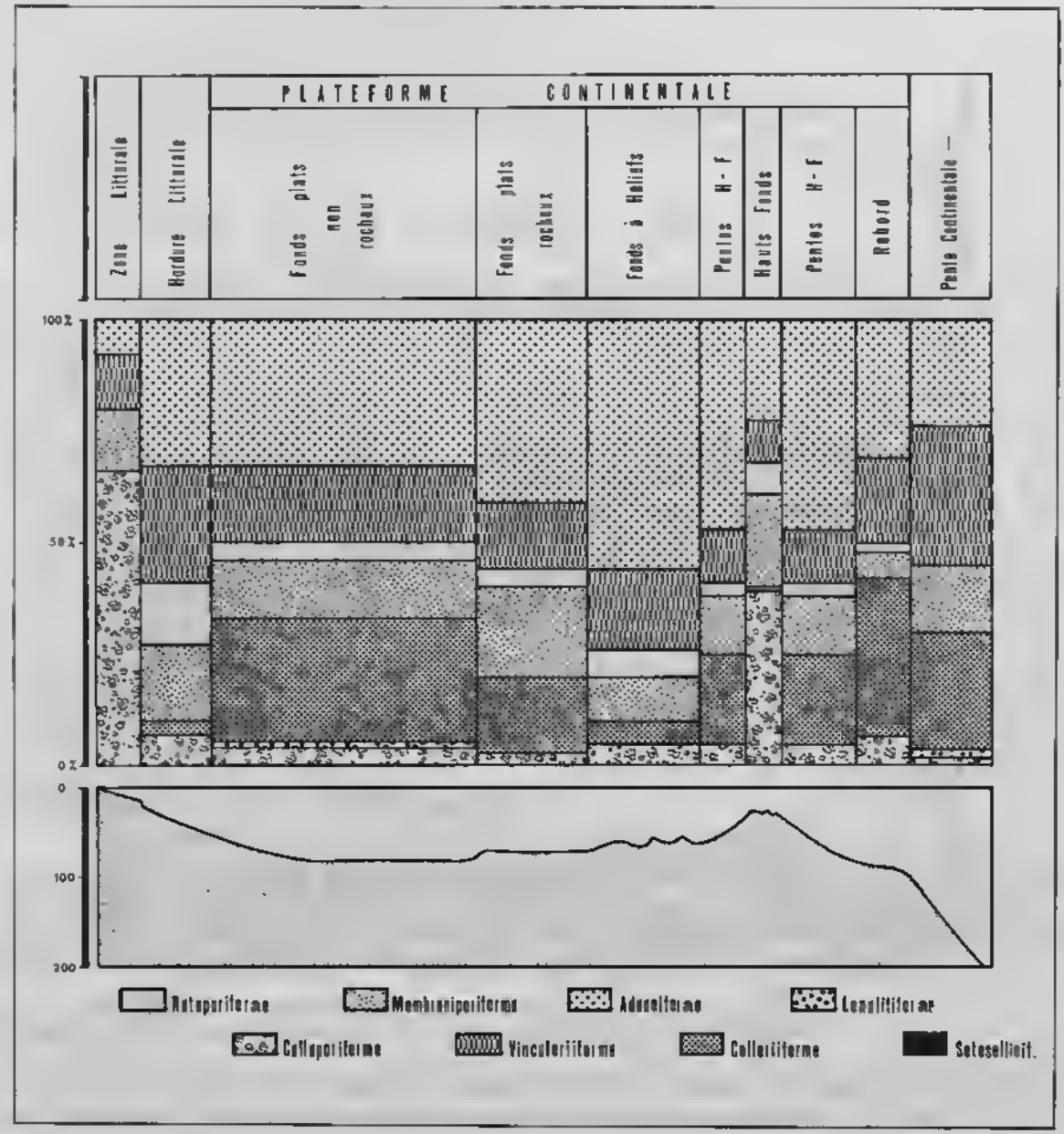



Fig. 83. — Répartition topographique des associations de types zoariaux dans la région constantinoise.

*formes* plus fréquents que partout ailleurs. Corrélativement, les *Lunulitiformes* et *Cellariiformes* sont quasiment absents.

Dans la région constantinoise, les associations de types zoariaux retrouvées dans les sédiments organogènes des plates-formes sont caractérisées par la prédominance des *Adéoniformes* (avec *Porella cervicornis*) qui constituent toujours (sauf sur les hauts-fonds) au moins 30 % des fractions. Trois grandes unités se détachent par leurs assemblages :

— *Les Fonds Plats à substratum non rocheux.* Ce sont eux que les *Lunulitiformes* choisissent pour se développer quand ils existent, concurremment avec un grand nombre de *Cellariiformes* et sans que la proportion d'*Adéoniformes* fléchisse.

Les Fonds plat à substratum rocheux ont des types zoariaux dans un rapport à peu près identique; mais à leur surface les *Lunulitiformes* n'ont jamais été retrouvés.

Source : MNHN, Paris

— *Les Fonds à Relief accidenté.* Les *Adéoniformes* y représentent la majeure partie des types zoariaux.

— *Les Hauts-fonds.* Dans les populations de Bryozoaires qui y ont été reconnues, des *Cellèporiformes* sont prépondérants comme dans les associations littorales, mais associés à un grand nombre de *Membraniporiformes* et surtout à très peu de *Vincularïiformes.*

Les pentes des bauts-fonds étant essentiellement des zones de transition, les *Adéoniformes* et les *Vincularïiformes* y reprennent leur importance au détriment des *Cellèporiformes.*

3) **Les types zoariaux dans les sédiments organogènes de la pente continentale.**

La composition zoariale des populations de Bryozoaires qui s'y déposent a beaucoup de points communs avec celle qui caractérise les populations du rebord, mais la proportion relative des *Vincularïiformes* augmente jusqu'à égaler ou surpasser celle des *Adéoniformes.* Cette disposition constante dans tous les dépôts oranais et constantinois, s'accompagne toujours d'une raréfaction bien marquée des types *Lunulitiformes, Rétéporiformes, Cellèporiformes* qui manquent même dans la plupart des cas.

*En définitive,* même si les frontières entre les zones topographiques et finalement les divers biotopes ne sont pas nettes, même si les échantillons isolés peuvent offrir des assortiments de types zoariaux ne correspondant pas exactement avec ceux que présentent en moyenne les accumulations de leurs milieux, il semble qu'il y ait un rapport assez lâche entre les types zoariaux relevés dans les dépôts de Bryozoaires et le mode de gisement de ces Bryozoaires.

Autrement dit, s'il n'y a pas de relation entre la composition zoariale d'une population unique et la topographie du fond sur lequel elle s'est constituée, le rapport moyen des types zoariaux rencontrés dans les accumulations d'une même unité topographique peut traduire en partie quelques particularités de cette unité.

Cela montre que, si par la simple analyse des types zoariaux on peut espérer avoir une idée du mode de dépôt (milieu calme, milieu agité, substrat meuble envasé etc.) des amoncellements de Bryozoaires dans des sédiments variés, on doit également pouvoir aller plus loin et se servir des associations de types zoariaux reconnues dans les sédiments d'origine et texture relativement uniforme pour replacer une côte, des hauts-fonds, un rebord continental.

## VI — CONCLUSION

Au terme de cette rapide analyse des diverses espèces de Bryozoaires accumulées dans les sédiments organogènes algériens, il est évidemment délicat de conclure définitivement sur les analogies entre les peuplements déposés et les peuplements vivants ou d'affirmer par exemple que les premiers ne sont pas très différents des seconds. Cependant, les observations réalisées sur la répartition géographique ou bathymétrique des formes dominantes et des types zoariaux montrent, de même que les corrélations « texture-espèce », que chaque espèce ne se dépose en masse que sur les fonds et dans les sédiments où se trouvent réunies les conditions de vie qui lui sont le plus favorables.

En utilisant les données « moyennes » obtenues à partir de populations (types zoariaux) ou en mettant en jeu des « fréquences d'accumulation », on peut définir toute une série de relations entre les diverses formes de Bryozoaires et les principaux facteurs du milieu.

Sans rappeler tous les résultats présentés en fin de chaque paragraphe de ce chapitre, on peut les résumer brièvement en attirant l'attention sur le fait que le bilan prodnit ici demeure provisoire et difficilement généralisable pour l'instant.

— *Les sédiments organogènes à faible teneur en Bryozoaires,*
(Moins de 10 % en moyenne) peuvent être ainsi :

— des sédiments organogènes de la frange littorale s'ils renferment :

• des formes sténobathes superficielles comme *Margaretta cereoides, Schismopora tubigera;*

Source : MNHN, Paris

- des types zoariaux prédominants comme les *Celléporiformes* et les *Cellariiformes*;
- un pourcentage très élevé (plus de 80 % du stock) de débris non identifiables.

— des sédiments organogènes des fonds plats sans substratum rocheux de la plate-forme, s'ils contiennent :

- des espèces sténotopiques comme les *Cupuladriidae;*
- des types zoariaux prédominants comme les *Cellariiformes* et les *Lunulitiformes*;
- une proportion variable en débris indéterminables.

— des sédiments organogènes de la pente continentale, s'ils renferment :

- des espèces sténobathes profondes comme *Adeonellopsis distoma, Buchneria fayalensis;*
- des types zoariaux prédominants comme les *Vinculariiformes* et les *Cellariiformes*;
- une proportion de débris indéterminables élevée.

— *Les sédiments organogènes à forte teneur en Bryozoaires,*
(Plus de 10 % en moyenne) peuvent être, soit :

— des sédiments organogènes des fonds accidentés de plate-forme avec

- toutes les espèces locales;
- tous les types zoariaux mais les *Adéoniformes* étant prédominants;
- le pourcentage en débris indéterminables le plus faible.

— des sédiments organogènes du rebord de la plate-forme ou des glacis des hauts-fonds avec

- toutes les espèces locales;
- les types zoariaux prédominants comme les *Adéoniformes* associés aux *Vincullariiformes;*
- une proportion de débris indéterminables variable.

Source : MNHN, Paris

*CHAPITRE VII*

# LES MOLLUSQUES

## I. — LES LAMELLIBRANCHES

Les Lamellibranches vivant sur les côtes algériennes sont relativement nombreux (194 espèces selon P. Pallary) et bien connus, tout au moins en ce qui concerne les différentes formes représentées. L'exploration des peuplements a commencé, en effet, dès 1835 (Sander Rang) et s'est poursuivie pratiquement sans interruption jusque vers 1920. Une bibliographie très complète de tous les travaux réalisés jusque vers 1930 figurant dans « L'exploration Zoologique de l'Algérie » de L. Seurat (1930), on rappellera seulement ici que les plus importants de ces ouvrages (par le volume des espèces décrites) sont ceux de Deshayes (1844-1848), H.C. Weinkauff (1862) et P. Pallary (1900).

Mais, si ces inventaires, grâce aux diagnoses et figures qu'ils renferment, se révèlent extrêmement utiles pour l'identification des espèces (encore que bien de délicats problèmes de synonymie subsistent), ils n'en demeurent pas moins muets sur l'éthologie des espèces, leurs répartitions, leurs densités de peuplements. Seul le catalogue de P. Pallary contient quelques indications sur tous ces points, mais sous une forme très vague (estuaires, littoral, zone des corallines) n'apportant finalement pas d'éclaircissement sur les exigences écologiques des espèces les plus répandues.

Après la première phase d'exploration proprement dite, les rares biologistes qui se sont intéressés aux Lamellibranches (R. Dieuzeide, E. Le Danois) ont prospecté et inventorié les peuplements de quelques biotopes (mattes de Castiglione, vases des baies d'Alger) mais se sont toujours contentés de dresser de simples listes, bornant leurs remarques à quelques détails sur la morphologie de certaines formes ou sur la présence d'espèces rares. L. Seurat (1940) a tenté le premier de donner une esquisse de la répartition des Bivalves algériens à l'échelle du précontinent mais son entreprise très intéressante demeure incomplète faute d'études bionomiques de détail.

Aussi, les seuls renseignements d'ordre écologique dont on dispose actuellement sur les Bivalves algériens sont-ils rares et un large domaine d'étude demeure-t-il encore ouvert.

D'ailleurs les Bivalves méditerranéens n'ont pas suscité de travaux analogues à ceux que Y.V. Gautier a poursuivis sur les Bryozoaires Chilostomes et finalement j'ai trouvé l'essentiel des indications écologiques les concernant dans l'inépuisable source d'informations que constitue le Manuel de Bionomie Benthique de J.-M. Pérès et J. Picard. De très intéressantes observations, mais limitées aux faciès non coralligènes, sont également disponibles dans les travaux de J. Picard (1965) et de nombreux chercheurs d'Endoume. Toutes ces dernières données, précieuses pour les sédimentologistes et les paléoécologistes, sont malheureusement éparses et concernent surtout les populations de la zone Nord-Méditerranée. Elles sont muettes sur l'éthologie de nombreuses espèces plus communes en Algérie comme par exemple *Gonilia bipartita* ou *Acar pulchella*.

La composition des peuplements de Bivalves algériens est, en effet, différente dans la mesure où se trouvent juxtaposées des formes « atlantiques », dont l'exemple le plus célèbre est *Pecten maximus*, et des espèces plus communes dans la Méditerranée orientale comme *Acar pulchella*. A vrai dire, il est difficile de chiffrer l'écart entre les deux populations Nord et Sud car aucun travail d'ensemble sur chacune d'elles n'a été réalisé. De plus, les catalogues dressés il y a 50 ou 100 ans ne peuvent être utilisés comme bases de référence, les aires géographiques de peuplement variant, parfois rapidement, dans le temps.



Source : MNHN, Paris

Pourtant, il semble que comme celle des Bryozoaires, la répartition de la majeure partie des Bivalves algériens dans les différentes biocénoses de la marge continentale est à peu près identique des deux côtés de la Méditerranée.

Tout en participant à la constitution de tous les sédiments algériens, les Lamellibranches forment de plus petites accumulations que celles des Bryozoaires ou des Algues calcaires. D'autre part, leurs restes sont plus importants sur les zones déprimées de la plate-forme que sur les fonds accidentés et la composition des accumulations varie apparemment peu. La plupart des fragments rencontrés proviennent ainsi d'un petit nombre d'espèces dominantes, de préférence *mixticoles*.

Cependant, l'examen minutieux de toutes les fractions *Bivalves* montre que dans les sédiments de la bordure littorale ou de la pente continentale, des espèces caractéristiques, soit de la profondeur, soit d'un type de substrat bien défini, ne sont pas rares. C'est que, moins sensibles aux variations de l'environnement marin que les Bryozoaires, les Lamellibranches ne sont pas cependant complètement ubiquistes.

Si la plupart sont eurybathes, certains vivent plus superficiellement que d'autres et surtout, nombreux sont ceux qui ont besoin d'un substratum à texture bien définie (J. Picard, 1965).

La fréquence d'accumulation des espèces s'en ressent et l'analyse quantitative des fractions *Bivalves*, en facilitant l'établissement de corrélations simples, permet de bien mettre en évidence le mode de dépôt d'un grand nombre d'espèces.

## A — INVENTAIRE DES FORMES RECONNUES. COMPOSITION DES ACCUMULATIONS

### 1 — INVENTAIRE.

Les Lamellibranches accumulés dans les sédiments algériens étant dans l'ensemble relativement communs et peu différents de ceux qui vivent sur le pourtour de la Méditerranée, je n'ai pas cherché à dresser un inventaire systématique de toutes les espèces présentes. J'ai plutôt essayé de déterminer le nombre et la nature des formes participant le plus activement à la constitution des sédiments organogènes afin d'avoir une meilleure idée des conditions dans lesquelles se sont formés ces sédiments

Pour cela, les comptages et déterminations ont porté, dans chaque échantillon, sur un total de 300 fragments identifiables ou non. L'ensemble des 90 000 restes de Lamellibranches a pu ainsi être réparti selon 75 espèces dont aucune n'est typiquement fossile, rare ou même nouvelle (voir tableau XVIII).

*Remarques :*

Cet inventaire qui ne prétend pas donner un aperçu complet des faunes de Bivalves algériennes, a pu être mené à bien grâce à l'utilisation des ouvrages déjà cités et à celle du monumental « Catalogue des Mollusques marins du Roussillon » de Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus (1882-1898).

Mais les diagnoses et planches déjà anciennes demeurant souvent imprécises ou peu claires, l'aide de Mme S. Freinex qui a réalisé la détermination de la collection J. Manivit, m'a été d'un grand secours, de même que les conseils que m'ont prodigués les chercheurs du Laboratoire de Malacologie (Muséum) grâce à l'obligeance de L. Redier.

Tableau XVIII

*LAMELLIBRANCHES. Index des espèces.*

*Abra* (s. s.) *alba* (Wood).
*Acanthocardia* (s. s.) *aculeata* (Linné).
*Acanthocardia* (s. s.) *echinata* (Linné).
*Acanthocardia (Sphaerocardium) paucicostatum* (Sowerby).
*Acanthocardia (Rudicardium) tuberculata* (Linné).
*Acar pulchella* (Reeve).
*Anadara* (s. s.) *diluvii* (Lamarck).
*Angulus (Moerella) distortus* (Poli).
*Angulus (Moerella) donacinus* (Linné).

Source : MNHN, Paris

*Anomia* (s. s.) *ephippium ephippium* Linné.
*Arca* (s. s.) *noae* Linné.
*Arca* (s. s.) *tetragona* Poli.
*Astarte sulcata* (Da Costa).
*Astarte fusca* (Poli).
*Barbatia* (s. s.) *barbata* (Linné).
*Bathyarca pectunculoides* (Scacchi).
*Callista chione* (Linné).
*Cardita calyculata* (Linné).
*Chama gryphoides* Linné.
*Chamelea gallina* (Linné).
*Clausinella fasciata* (Da Costa).
*Corbula (Varicorbula) gibba* Olivi.
*Cuspidaria* (s. s.) *cuspidata* (Olivi).
*Digitaria digitaria* (Linné).
*Dosinia (Pectunculus) exoleta* (Linné).
*Dosinia (Asa) lupinus* (Linné).
*Ensis ensis* Linné.
*Gastrochaeno dubia* (Pennant).
*Glanz trapezia* (Linné).
*Glycymeris* (s. s.) *bimaculata* (Poli).
*Glycymeris* (s. s.) *glycymeris* (Linné).
*Gonilia bipartita* (Philippi).
*Gouldia minima* (Montagu).
*Hiatella* (s. s.) *arctica* (Linné).
*Laevicardium* (s. s.) *oblangum* (Gmelin).
*Lembulus pella* (Linné).
*Lima* (s. s.) *lima* (Linné).
*Limatula (Winckworthia) tuberculata* (Olivi).
*Loripes* (s. s.) *lacteus* Linné.
*Lyropecten (Aequipecten) opercularis* (Linné).
*Mactra* sp.
*Mimachlamys pusio* (Linné).
*Mimachlamys varia* (Linné).
*Musculus (Gregariella) opifex* (Say).
*Nucula* (s. s.) *nucleus* (Linné).
*Nucula nitida* Sowerby.
*Nuculana (Sacella) deltoidea* (Risso).
*Parvicardium nodosum* Turton.
*Parvicardium papillasum* (Poli).
*Pecten* (s. s.) *jacobaeus* (Linné).
*Pecten* (s. s.) *maximus* (Linné).
*Pitar* (s. s.) *rudis* (Poli).
*Pteria hirundo* (Linné).
*Propeamussiam* (*Lissopecten*) *hyalinum* (Poli).
*Propeamussium* (*Parvamussium*) *fenestratum* (Forbes).
*Psammobia faeroensis* (Chemnitz).
*Pseudamussium (Flexopecten) flexuosum* (Poli).
*Pseudamussium (Zygochlamys) incomparabilis* (Risso).
*Pteromeris corbis* (Philippi).
*Similipecten similis* (Laskey).
*Solecurtus (Zozia) chamasolen* (Da Costa).
*Solecurtus* (s. s.) *scopulus* (Turton).
*Spisula subtruncata* (Da Costa).
*Striarca (Galactella) lactea* (Linné).
*Timoclea ovata* (Pennant).
*Venus (Globivenus) libellus* Rayneval, van den Hecke et Ponzi.
*Venus casina* Linné.

Comme on avait déjà pu le remarquer dans le cas des Bryozoaires, le nombre d'espèces de Bivalves représentées dans les sédiments organogènes est donc relativement réduit par rapport à l'ensemble des formes réparties dans les peuplements vivants : 75 espèces sur 194 (d'après les estimations de P. PALLARY).

Source : MNHN, Paris

Cependant, la « disparition » de plus de la moitié des espèces semble difficilement attribuable aux seuls processus de la sédimentation. Les sables terrigènes et les vases silico-argileuses où les Lamellibranches sont très diversifiés, n'ont pas en effet été prospectés et d'ailleurs, en retirant du décompte général toutes les formes caractéristiques de ces biotopes, on peut calculer que le nombre des espèces théoriquement présentes dans les sédiments organogènes est plus faible que celui qui y a été réellement observé.

Les accumulations de Bivalves isolées dans les sédiments organogènes sont donc édifiées, elles aussi, par une petite partie (même pas la moitié) de toutes les espèces vivant sur le précontinent. Mais comme les valves sont moins fragiles que les colonies de Cbilostomes, on peut penser sans beauconp se tromper que la disparition des espèces de Lamellibranches au cours de la sédimentation est moins grande que celle des Bryozoaires. On ne peut cependant l'affirmer car on ne sait rien sur la densité des peuplements ni sur le nombre des formes installées dans les biocénoses coralligènes.

## 2 — COMPOSITION DES ACCUMULATIONS.

Dans les fractions *Lamellibranches*, les fragments indéterminables sont en général plus fréquents que les valves intactes dont le plus grand nombre provient seulement de quelques formes qu'on appellera ici *formes dominantes*. Parmi les débris identifiables, quelques-uns sont abandonnés par des formes *caractéristiques* de quelques biocénoses bien déterminées, d'autres sont plntôt caractéristiques de biotopes bien définis.

### a) Les formes dominantes.

Elles sont relativement moins nombreuses que ne le sont celles des Bryozoaires et encore trois d'entre elles sont de loin les plus fréquentes.

Ce sont :

| | |
|---|---|
| *Nuculana deltoidea*, dominante dans | 25/100 stations |
| *Digitaria digitaria*, dominante dans | 23/100 stations |
| *Timoclea ovata*, dominante dans | 22/100 stations |
| *Striarca lactea*, dominante dans | 7/100 stations |
| *Pteromeris corbis*, dominsnte dsns | 7/100 stations |
| *Similipecten similis*, dominante dans | 6/100 stations |
| *Gouldia minima*, dominante dans | 3/100 stations |
| *Glycymeris glycymeris*, dominante dans | 3/100 stations |
| Diverses (4), dominant dans | 1/100 stations |

Ces formes dominantes sont en grand nombre, comme nous allons le voir, ou bien caractéristiques ou bien préférentes.

### b) Les formes caractéristiques.

Relativement plus nombreuses que ne le sont celles des Bryozoaires accumulés dans les sables organogènes algériens, elles se montrent rarement *indicatrices* d'une profondeur donnée, mais bien plutôt exclusives d'une biocénose ou d'un biotope précis.

— Parmi les formes caractéristiques des biocénoses infralittorales (dont le dépôt doit donc s'effectuer sur la frange littorale), on peut citer, d'après J. Pérès et J. Picard :

— les espèces exclusives des biocénoses des sables fins bien calibrés (retronvées à proximité des plages) :

*Acanthocardia tuberculata;*
*Dosinia exoleta;*
*Spisula subtruncata.*

— les espèces exclusives des berbiers à Posidonies :

*Glanz trapezia;*
*Limatula tuberculata.*

Source : MNHN, Paris

— une espèce exclusive de la biocénose des algues photophiles (roches et trottoirs littoraux) :
*Cardita calyculata.*

— Parmi les formes caractéristiques de biocénoses circalittorales, plus profondes (plate-forme continentale), on rencontre :

— des espèces exclusives de la biocénose du détritique côtier :
*Angulus danacinus;*
*Pecten jacobaeus;*
*Psammobia faeroensis.*

— une espèce exclusive de la biocénose du détritique du large (rebord de la plate-forme) :
*Astarte sulcata.*

— Les espèces caractéristiques de biotopes sont les suivantes :

— espèces *gravellicales :*
*Astarte fusca;*
*Clausinella fasciata;*
*Gauldia minima.*

— espèces *mixticoles :*
*Anadara diluvii;*
*Nucula nucleus;*
*Nuculana deltaidea;*
*Timaclea avata.*

— espèces *sabulicoles :*
*Chamelea gallina;*
*Dosinia lupinus.*

— espèces indicatrices de fonds parcourus par des courants assez vifs :
*Glycymeris glycymeris;*
*Venus casina.*

— espèces indicatrices de fonds à environnement instable :
*Angulus distortus;*
*Lembulus pella.*

### c) Les formes préférentes.

Sans être localisées étroitement dans une biocénose ou un biotope précis, quelques espèces de Lamellibranches sont plus fréquentes dans certains habitats que dans d'autres.

— Dans les fonds détritiques (sables légèrement envasés) de la plate-forme, ce sont :
*Abra alba;*
*Mimachlamys varia;*
*Parvicardium papillosum;*
*Pitar rudis;*
*Striarca lactea.*

— Dans les *maerls*, c'est :
*Pseudamussium flexuosum.*

— Dans les vases circalittorales :
*Pteria hirundo.*

*En définitive*, on voit que sur un total de 75 espèces retrouvées dans les sédiments organogènes, 31 possèdent des exigences écologiques bien définies, ce qui est d'une grande utilité pour l'étude des formations organogènes.

Parmi les espèces qui demeurent encore sans signification écologique précise, quelques-unes, typiquement algériennes comme *Gonilia bipartita* ou *Acar pulchella*, devront sans doute être rangées avec les formes caractéristiques de biotopes déterminés (espèces *gravellicoles*), car leurs fréquences d'accumulation sont toujours bien liées, comme nous le verrons, à des sédiments-substratum de texture grossière.

Source : MNHN, Paris

d) Les bivalves indéterminables.

La séparation entre Bivalves indéterminables et Bivalves déterminables est beaucoup moins nette qu'elle ne l'est en ce qui concerne les Bryozoaires. En effet, si l'on écarte les fragments de coquilles rendns non identifiables par encroûtement, épigénie, ou usure mécanique, il s'avère que tous les débris de valves ne sont pas indéterminables au même degré.

Certains peuvent être identifiés grâce à leur ornementation externe (et ce n'est pas le cas de tous les débris) ,d'autres peuvent être rattachés à une espèce grâce à la présence d'un caractère morphologique interne.

Les débris indéterminables de quelques formes sont ainsi plus aisément reconnaissables que d'autres et le volume de la fraction *Indéterminable* n'est vraiment pas représentatif de l'état de « fraîcheur » de l'accumulation.

D'une façon générale, la fragmentation des valves est importante dans la zone littorale (action des courants de boule), mais la dégradation biologique est tout aussi intense sur les niveaux plus profonds de la plate-forme. Les encroûtements dus aux Algues calcaires sont plus fréquents que ceux des Bryozoaires et j'ai pu même retrouver une coquille juvénile intacte de *Timoclea ovata* an sein d'un encroûtement de *Pseudolithophyllum expansum*. Les morceaux de valves épigénisés sont moins nombreux que les colonics de Bryozoaires ou les fragments de tballes et sont en général restreints dans les sédiments reliques du rebord de la plate-forme.

## B — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES BIVALVES ACCUMULÉS

Jusqu'à présent, la distribution des Bivalves vivant sur le plateau continental algérien n'a fait l'objet d'aucune étude qualitative d'un type identique à celles qui sont poursuivies sur les fonds de la marge continentale française (J. Picard, 1965).

Les nombreuses expéditions océanographiques qui se sont déroulées depuis un siècle, ont pu largement inventorier les faunes plus ou moins profondes et fixer notamment les limites de pénétration des diverses formes atlantiques. Mais on ne possède cependant que très pen d'indications sur les variations régionales des densités de peuplement propres à chaque espèce et il en résulte, à première vue, que la répartition des Bivalves semble uniforme d'un bout à l'autre dn précontinent.

Au cours de l'analyse quantitative des sédiments organogènes, j'ai pu, cependant, constater que certaines coquilles (*Mactres, Venus*), très nombreuses en Oranie, ne l'étaient plus du tont devant l'Algérois on le Constantinois. Réciproquement, quelques Bivalves constantinois se raréfient au fur et à mesure que l'on passe vers la région Oranaise.

De très nettes différences existent donc dans la composition des accumnlations de chaque région et ces différences provieunent sans doute de la modification des biocénoses car elles tiennent tant à l'existence de *peuplements régionaux* qu'à l'étroite localisation d'une espèce.

1) Espèces recueillies en une région.

Elles peuvent être classées en deux groupes.

— Le *premier* comprend des coquilles peu nombreuses et toujours isolées :

| | |
|---|---|
| *Ensis ensis* | 1 station à Oran |
| *Gastrochaena dubia* | 1 station à Oran, 2 à Arzew |
| *Solecurtus chamasolen* | 3 stations à Oran, 1 à Arzew |
| *Solecurtus scopulus* | 4 stations à Oran, 1 à Arzew |
| *Limatula tuberculata* | 1 station à Oran |
| *Acanthocardia echinata* | 2 stations à Oran, 2 à Arzew |
| *Lima lima* | 6 stations d'Alger à Bône |

Source : MNHN, Paris

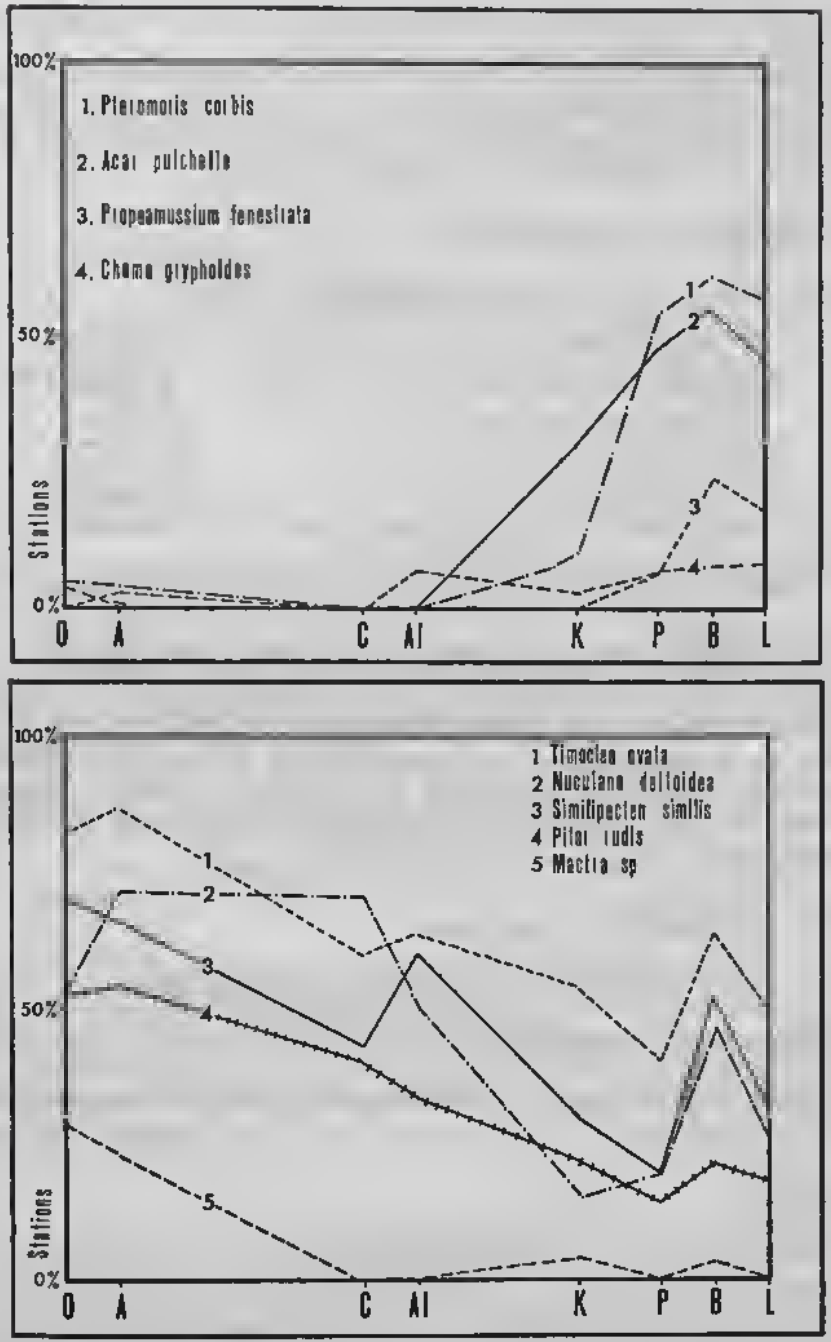



FIG. 84. — Distribution géographique des fréquences de peuplement de quelques Lamellibranches. O = Golfe d'Oran; A = Golfe d'Arzew; C = Baie de Castiglione; Al = Baie d'Alger; K = Plateau des Ksbyles; P = Golfe de Philippeville; B = Golfe de Bône; L = Région de La Calle-Tabarca.

La localisation de ces espèces est sans nul doute de type accidentel, car leurs valves n'ont été observées que dans les échantillons proches des biotopes (vases, fonds durs) où leurs représentants vivants sont abondants. *Ensis eusis*, *Solecurtus chamasolen* et *Solecurtus scopulus* ont été ainsi retrouvés à la limite des vasières oranaises.

— Le ***second groupe*** ne comporte qu'une seule espèce : *Acar pulchella*, dont la coquille aisément reconnaissable, localisée uniquement dans les sables calcaires de la région constantinoise

Source : MNHN, Paris

(voir fig. 84) n'y constitue pas moins la majeure partie des fractions coquillières et s'y trouve répandue dans plus de 49 stations !

Comme nous n'avons pu la voir dans les graviers oranais malgré une investigation approfondie et bien que P. PALLARY l'y ait signalée (mais comme très rare), il apparaît que son accumulation en masse dans les sédiments constantinois doit correspondre à une importante modification de la faune régionale, c'est-à-dire finalement des conditions de milieu.

2) Espèces recueillies en deux régions.

Elles caractérisent toutes l'Oranie et le Constantinois.

| | |
|---|---|
| *Barbatia barbata* | 29 stations |
| *Arca noae* | 6 stations |
| *Propeamussium fenestratum* | 18 stations |
| *Propeamussium hyalinum* | 15 stations |
| *Pseudamussium incomparabilis* | 23 stations |
| *Mimachlamys pusio* | 28 stations |
| *Cardita calyculata* | 11 stations |
| *Cardita corbis* | 57 stations |

Finalement, le nombre des espèces localisées en 1 ou même 2 régions est donc très réduit : 16 sur 75.

De plus, la région Algéroise apparaît encore très nettement défavorisée puisque ces 16 formes y manquent. Cependant, comme la moitié d'entre elles est largement représentée dans les deux autres régions et comme ce sont toutes des espèces communes en Méditerranée, il ne semble pas que leur absence en baie de Castiglione ou en baie d'Alger puisse être mise en rapport avec la présence de conditions de milieu ou de sédimentation particulières à cette portion de la plate-forme algérienne. Ce mode de distribution doit être tout simplement dû au fait que le nombre d'échantillons recueillis entre Tipaza et Alger est trop restreint pour permettre nn aussi large inventaire qu'en Oranie ou devant le Constantinois.

3) Les bivalves à accumulation régionale.

De même que pour les Bryozoaires, on peut distinguer (voir fig. 84) :

a) *Les Lamellibranches « oranais ».*

Ce sont des formes essentiellement caractéristiques des faciès sablo-argileux du platean continental :

*Mactra sp.;*
*Nuculana deltoidea;*
*Pitar rudis;*
*Similipecten similis;*
*Timoclea ovata.*

Abondantes et fréqnentes d'Oran à Arzew, toutes ces coquilles, loin d'être totalement absentes des sédiments draguès à l'Est d'Alger, y sont sonvent assez bien représentées et généralement en bon état de conservation. Après un « effacement » de plus en plus marqué de Bongie à Philippeville, elles reprennent une brusque extension au large de Bône, sans doute en raison de l'accroissement des fonds de type *mixticole.*

b) *Les Lamellibranches « constantinois ».*

Ce sont des formes appartenant pour la plupart à des espèces retrouvées communément dans les sédiments grossiers d'origine coralligène :

*Chama gryphaides;*
*Pteromeris corbis;*
*Propeamussium fenestratum.*

Source : MNHN, Paris

Toutes ces coquilles ne sont pas aussi étroitement localisées que celles d'*Acar pulchella*, car elles se retrouvent dans les sables organogènes de la région oranaise. Elles y sont, cependant, bien moins répandues que les espèces « oranaises » ne le sont à l'Est de Bougie et leurs valves, presque toujours isolées, rarement intactes, sont très souvent remaniées. Ainsi, nous n'avons recueilli *Chama gryphoides* qu'en deux stations (à proximité des fonds rocheux des Iles Habibas) et chaque fois à un seul exemplaire. De leur côté, les fragments peu abondants de *Pteromeris corbis* et *Propeamussium fenestratum* (1 à 2 sur 300 débris coquilliers comptés par station) n'ont été reconnus que dans quelques sables organogènes du rebord continental et leurs gisements oranais (8 stations) paraissent en général, plus profonds et plus restreints que ceux de la région constantinoise.

Les sables calcaires de l'Algérois n'ont pas révélé d'associations de Bivalves d'un type particulier, ce qui confirme le rôle « charnière » de cette région. On peut, toutefois, signaler que les coquilles « constantinoises » sont moins nombreuses que les autres en baie d'Alger, ce qui permet de situer la zone de transition entre les peuplements plus à l'Est, au niveau du plateau des Kabyles (entre Bougie et Djidjelli).

*En définitive*, l'examen rapide de la distribution géographique des Lamellibranches nous conduit à des conclusions identiques à celles que nous avions formulées après l'observation de la répartition des Bryozoaires. Aux variations régionales d'importance présentées par les deux groupes correspondent des changements très nets de composition. Si les différences sont surtout accusées entre les accumulations oranaises et constantinoises, il semble, par contre, que celles de la région algéroise, mixtes, assurent une transition plus ou moins localisable.

D'après les *significations écologiques* des Bivalves appartenant aux peuplements oranais ou constantinois, on peut reconnaître, dans une certaine mesure, les conditions de milieu régionales qui ont été favorables à la prolifération de ces espèces et responsables au premier chef de la différenciation régionale des sédiments organogènes algériens.

c) ***Indications fournies par les espèces « oranaises ».***

Elles confirment celles que donnent les Bryozoaires également restreints à l'extrémité Ouest du précontinent : les penplements « oranais » sont liés à l'abondance des substrats meubles en voie d'envasement.

La majeure partie des Bivalves « oranais » provient en effet du groupe des formes « mixticoles ».

— *Timoclea ovata* n'est ainsi *dominante* que dans les accumulations retrouvées dans les sédiments où $15\ \% < F < 20\ \%$, c'est-à-dire les sables riches en pélites;

— *Nuculana deltoidea* plus largement répartie ne localise de même ses fréquences d'accumulation maximales que dans les sédiments où $10\ \% < F < 30\ \%$, c'est-à-dire pour l'essentiel des vases;

— *Pitar rudis* et *Similipecten similis* comme *Mactra* sp. ne sont abondantes que dans les mêmes conditions.

Cependant, à la différence des Bryozoaires oranais, ces Bivalves sont retrouvés en assez grand nombre à l'Est d'Alger et leur densité de peuplement redevient même approximativement identique dans le golfe de Bône. C'est que les Lamellibranches doivent être moins sensibles que les Cupuladriidae aux fluctuations de milieu d'ordre physico-chimique (influence des eaux atlantiques) et leur raréfaction entre Alger et Bône tient, comme on l'a vu, à la diminution très sensible des fonds mixtes en voie d'envasement.

*Remarques :*

Il est intéressant de rappeler qne les Bivalves d'origine atlantique, localisés en Oranie, ne participent pas à la sédimentation organogène, même s'ils font partie des « peuplements oranais ».

d) ***Indications fournies par les espèces constantinoises.***

Elles sont semblables à celles que nous avaient fournies les Bryozoaires de la même région.

Les Bivalves de l'extrémité orientale du précontinent algérien sont, en effet, des formes sans signification écologique actuellement bien précise, mais la plupart de leurs restes sont surtout fréquents,



Source : MNHN, Paris

comme nous le verrons d'ailleurs, dans les graviers organogènes issus des biocénoses coralligènes. Ainsi, les valves d'*Acar pulchella*, *Pteromeris corbis* et *Chama gryphoides* n'ont été retrouvées que dans les matériaux où F est inférieur à 5 %.

D'autre part, les deux espèces constantinoises les plus abondantes (*Acar pulchella* et *Pteromeris corbis*) sont communes dans les sédiments du Détroit siculo-tunisien (P. MARS, 1958) et leur disparition ou leur approfondissement en Oranie doit être due surtout à l'invasion des eaux atlantiques.

*En définitive*, la répartition géographique des Bivalves accumulés dans les sédiments organogènes algériens montre donc que le taux de la sédimentation terrigène fine et l'équilibre physico-chimique du milieu sont tous deux de grands facteurs de la sédimentation organogène calcaire, mais les variations du premier facteur ont un rôle prépondérant car elles conditionnent la prolifération ou la disparition d'un grand nombre de Bivalves et agissent ainsi directement sur la composition du sédiment tandis que les modifications de l'équilibre physico-chimique n'affectent que la distribution et donc la sédimentation de peu de formes.

## C — LES LAMELLIBRANCHES ET LA TEXTURE DES SÉDIMENTS

De par leur mode de vie (fixé, endobionte), les Lamellibranches sont extrêmement sensibles à la nature du fond. Quelques espèces (Lithodomes) se cantonnent ainsi sur les surfaces rocheuses qu'elles perforent, mais la plupart ne prolifèrent que sur les sédiments meubles dans lesquels elles s'enfouissent plus ou moins. Parmi ces dernières, certaines préfèrent les substrats vaseux tandis que d'autres recherchent ou bien des graviers ou bien des sables fins. De toute façon, la texture du fond paraît constituer un facteur essentiel de la répartition des Bivalves.

Mais, si les adaptations d'un grand nombre de formes vivantes sont bien connues, grâce notamment aux travaux de P. PELSENEER, C.M. YONGE et J. PICARD, on sait encore peu de choses sur les rapports exacts entre la granulométrie ou la teneur en fins des sédiments d'une part et la fréquence d'accumulation des espèces d'autre part.

Parmi les rares observations concernant les Lamellibranches répandus en Méditerranée occidentale, celles qu'a effectuées L.M.J.U. VAN STRAATEN (1960) montrent que les coquilles de Bivalves accumulées dans les sédiments du delta rhodanien ne sont abondantes que dans les biotopes qui conviennent le mieux à leurs représentants vivants. Mais comme la texture des sédiments est définie selon des critères très vagues (*sand, pelitic sand*), on ne sait si c'est la granulométrie ou la teneur en particules fines qui est la plus déterminante de cette répartition.

Sur la répartition d'un bon nombre d'espèces communes en Algérie, on ne sait enfin à peu près rien. Cela m'a déterminé à rechercher quelles sont les relations entre la fréquence d'accumulation de certains Bivalves et la texture des sédiments organogènes.

D'après toutes les analyses quantitatives de peuplement que j'ai pu faire, il semble de prime abord que, comme c'était le cas pour les Bryozoaires, aucune espèce de Lamellibranche ne voit son taux d'accumulation lié aux paramètres texturaux des sédiments. Les coquilles des espèces *gravellicoles* comme *Astarte fusca*, *Gouldia minima*, sont ainsi très abondantes dans les sables grossiers, mais aussi dans les sables moyens et quelquefois dans les sables fins, à la condition toutefois que tous renferment au moins 15 % de particules graveleuses. Les espèces *sabulicoles* étant très rares (vue leur adaptation exclusive aux sables de plage), il ne m'a pas été donné de voir si leur taux d'accumulation était aussi peu lié au diamètre moyen du sédiment. Il semblerait, mais cela reste à vérifier, qu'il le soit beaucoup plus.

En fait, la fréquence d'accumulation des Bivalves dépend surtout de la teneur du sédiment en particules fines et pélitiques. On peut ainsi scinder les espèces retrouvées dans les sédiments organogènes algériens en deux groupes selon qu'elles sont abondantes ou non dans les sédiments dont la teneur en particules fines (F) est supérieure ou inférieure à 5 %.

Source : MNHN, Paris

1) **Les bivalves accumulés dans les sables où $F < 5\ \%$.**

Deux espèces très littorales ou communes sur les surfaces rocheuses de l'étage infralittoral y confinent leurs restes :

*Cardita calyculata;*
*Barbatia barbata.*

De nombreuses autres formes y présentent leur maximum de débris, tout en étant retrouvées mais uniquement en spécimens isolés, dans des sédiments où $5\ \% < F < 30\ \%$.

Ce sont :

— des espèces réputées *gravellicoles :*
*Gouldia minima;*
*Astarte fusca.*

— des espèces adaptées aux fonds agités ou caractéristiques des roches infralittorales :
*Glanz trapezia;*
*Glycymeris glycymeris;*
*Venus casina.*

— des espèces encore sans signification écologique bien précise et qu'on doit pouvoir ranger, avec les formes *gravellicoles*, probablement dans la biocénose coralligène :
*Acar pulchella;*
*Gonilia bipartito;*
*Pteromeris corbis;*
*Striarca lactea.*

2) **Les bivalves accumulés dans les sédiments où $F > 5\ \%$.**

Ils sont plus nombreux que les précédents et les espèces *mixticoles* en forment naturellement la majeure partie.

— Les débris de *Timoclea ovata* ne forment ainsi 20 % de la fraction « Bivalves » que pour $10\ \% < F < 40\ \%$ et sont fréquents jusque dans les vases où $F = 50\ \%$.

— *Nuculana deltoidea* accumule ses débris aussi bien dans des sables où $F = 5\ \%$ que dans des vases où F est supérieur à 60 %. Son taux d'accumulation maximum demeure restreint comme on l'a vu dans les vases renfermant de 10 % à 30 % de particules fines ou pélitiques.

— Les restes d'*Anadara diluvii* sont moins communs dans les vases riches en pélites puisque la plupart de ses restes actuels ont été recueillis dans des matériaux où $F < 20\ \%$.

— Il en est de même d'une espèce très commune comme *Nucula nitida.*

— Les valves de *Pitar rudis* sont, de leur côté, nombreuses dans tous les sables et vases où $F < 30\ \%$, comme d'ailleurs celles de *Bathyarca pectunculoides*, *Similipecten similis* et *Angulus distortus.*

— A ce propos, signalons que les débris de *Lembulus pella* (qui est indicatrice de faciès instables comme *Angulus distortus*) n'ont été observés que dans les vases où $15\ \% < F < 35\ \%$.

— Parmi les espèces dont le taux d'accumulation ne paraît pas lié à une teneur en particules fines bien définie, il faut encore ranger : *Parvicardium nodasum, Parvicardium papillosum.*

3) **Les bivalves indéterminables et la texture.**

Il n'y a pas de relations entre l'abondance des débris de Bivalves indéterminables et la texture mais j'ai pu observer que les plus fortes proportions en débris cassés caractérisent toujours les sables les plus grossiers, sans doute parce qu'ils proviennent des petits fonds de la bordure littorale soumis à l'action de la houle.

D'une façon générale, les fractions coquillières actuelles des vases riches en particules fines et pélitiques (plus de 50 %) renferment moins de 50 % de débris indéterminables.

Source : MNHN, Paris

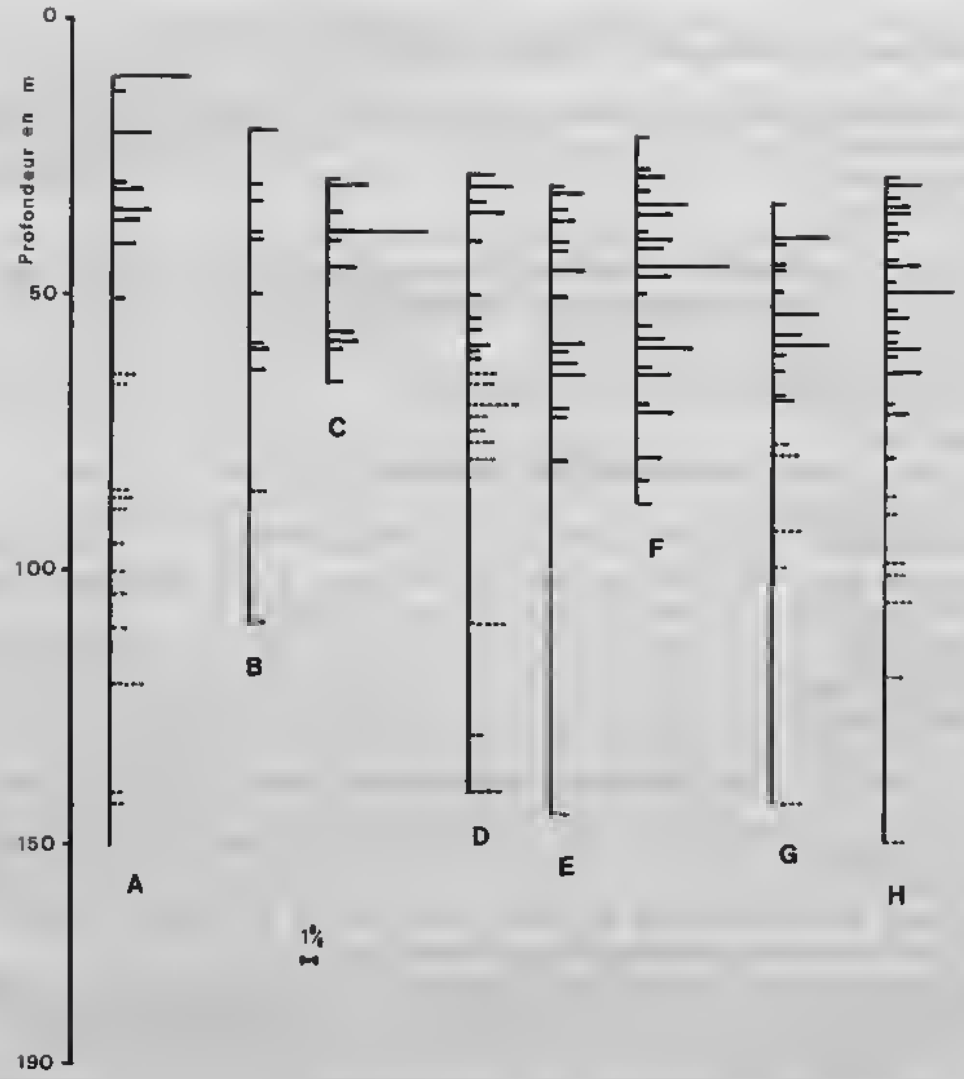



FIG. 85. — Les Bivalves accumulés sur la bordure littorale. A = *Glanz trapezia*; B = *Cardita calyculata*; C = *Lembulus pella*; D = *Venus casina*; E = *Psammobia faeroensis*; F = *Gouldia minima*; G = *Barbatia barbata*; H = *Gonilia bipartita*. En abscisses : fréquences d'accumulation.

## D — LES LAMELLIBRANCHES ET LA BATHYMÉTRIE

Comme la teneur en pélites des sédiments croît généralement avec la profondeur, on a longtemps cru que la hathymétrie pouvait être un facteur influent de la distrihution des Lamellihranches. Cependant, au fur et à mesure que les prospections se sont multipliées et en particulier dans les zones où les sédiments fins recouvrent tout le plateau continental, il est apparu que la répartition des Lamellihranches est bien moins liée à la profondeur que celle des Algues calcaires ou celle des Bryozoaires. De nomhreuses formes (comme *Pteria hirundo*) naguère tenues pour hathyales on tout au moins « profondes » ont été ainsi retrouvées jusqu'à — 40 m.

Cependant, dans les sédiments organogènes algériens à texture sensiblement uniforme, les grandes accumulations de Bivalves sont caractéristiques, comme on l'a vu, des profondeurs moyennes de la plate-forme continentale. On peut donc tout naturellement se demander si, en dépit de leur relative euryhathie, quelques espèces de Lamellihranches ne se déposent pas de préférence à certains niveaux

Source : MNHN, Paris

bien déterminés. Cela permettrait, dans l'affirmative, d'essayer de caractériser batbymétriquement un sédiment organogéne, non par la seule présence d'une espéce typique, mais par la fréquence d'accumulation de quelques-unes.

Quelle est donc la répartition bathymétrique des fréquences d'accumulation des Bivalves dans les sédiments organogénes algériens ?

## 1 — ESPÈCES A ACCUMULATION STÉNOBATHE.

On peut les scinder en trois groupes selon le domaine qu'elles caractérisent.

### a) Les bivalves accumulés sur la bordure littorale.

Ils sont relativement divers quoique le nombre de leurs débris soit peu élevé (voir fig. 85).

Les formes accumulées au niveau de la frange littorale, c'est-à-dire entre — 10 m et — 40 m, sont naturellement caractéristiques des herbiers ou des roches infralittorales comme *Glanz trapezia* et *Cardita calyculata*.

Mais sur l'ensemble de la bordure littorale, entre — 20 m et — 60 m, s'accumulent de préférence des espéces indicatrices d'instabilité comme *Lembulus pella* (maximum entre — 30 m et — 45 m) ou bien des espèces typiques des fonds soumis à un mode agité comme *Venus casina*.

Les autres espéces déposées surtout sur la pente littorale sont des formes de la biocénose du *détritique côtier* comme *Psammobia faeroensis* ou sans appartenance encore précisée comme *Gouldia minima* et *Barbatia barbata*. A signaler que les restes de *Gonilia bipartita* sont également caractéristiques de ces niveaux.

Des débris de tous ces Bivalves littoraux ont été recueillis beaucoup plus bas sur la plate-forme continentale, mais toujours en très petit nombre et sous une forme très remaniée (dépôts reliques).

### b) Les bivalves accumulés sur la plate-forme continentale.

Les espéces seulement nombreuses dans les dépôts coquilliers de la plate-forme continentale sont trés rares, pour ne pas dire inexistantes. On pourrait à la rigueur ranger parmi elles *Pteromeris corbis* (voir fig. 86) si quelques-uns de ses débris n'avaient pas été retrouvés entre — 30 m et — 40 m.

Un petit nombre de Bivalves présentent cependant leur maximum d'accumulation dans les niveaux caractéristiques de la plate-forme, c'est-á-dire entre — 60 m et — 90 m.

Quelques-unes de ces formes sont répandues à l'état vivant dans de nombreuses biocénoses de la plate-forme, mais surtout dans celles qui sont réputées pour leur adaptation à des substrats de type mixte (sable-vase) :

*Timoclea ovata* (rarement observée au dessous de — 120 m);
*Nuculana deltoidea* (dont les accumulations importantes sont relativement plus profondes que celles de la précédente).

Les plus fréquentes n'ont pas encore de signification écologique précise :

*Acar pulchella* (dont les débris ont été recueillis entre — 20 m et — 120 m);
*Parvicardium papillosum*;
*Parvicardium nodosum*.

### c) Les bivalves accumulés dans les sédiments organogénes profonds.

Leur nombre est trés restreint et on ne peut dire qu'ils proviennent de formes vraiment sténobathes profondes (voir fig. 87). L'abondance de leur débris est pourtant localisée entre — 100 m et — 150 m sur le rebord du plateau et les premières pentes du talus continental.

Aucune de ces formes ne posséde encore de signification écologique bien déterminée.

Source : MNHN, Paris

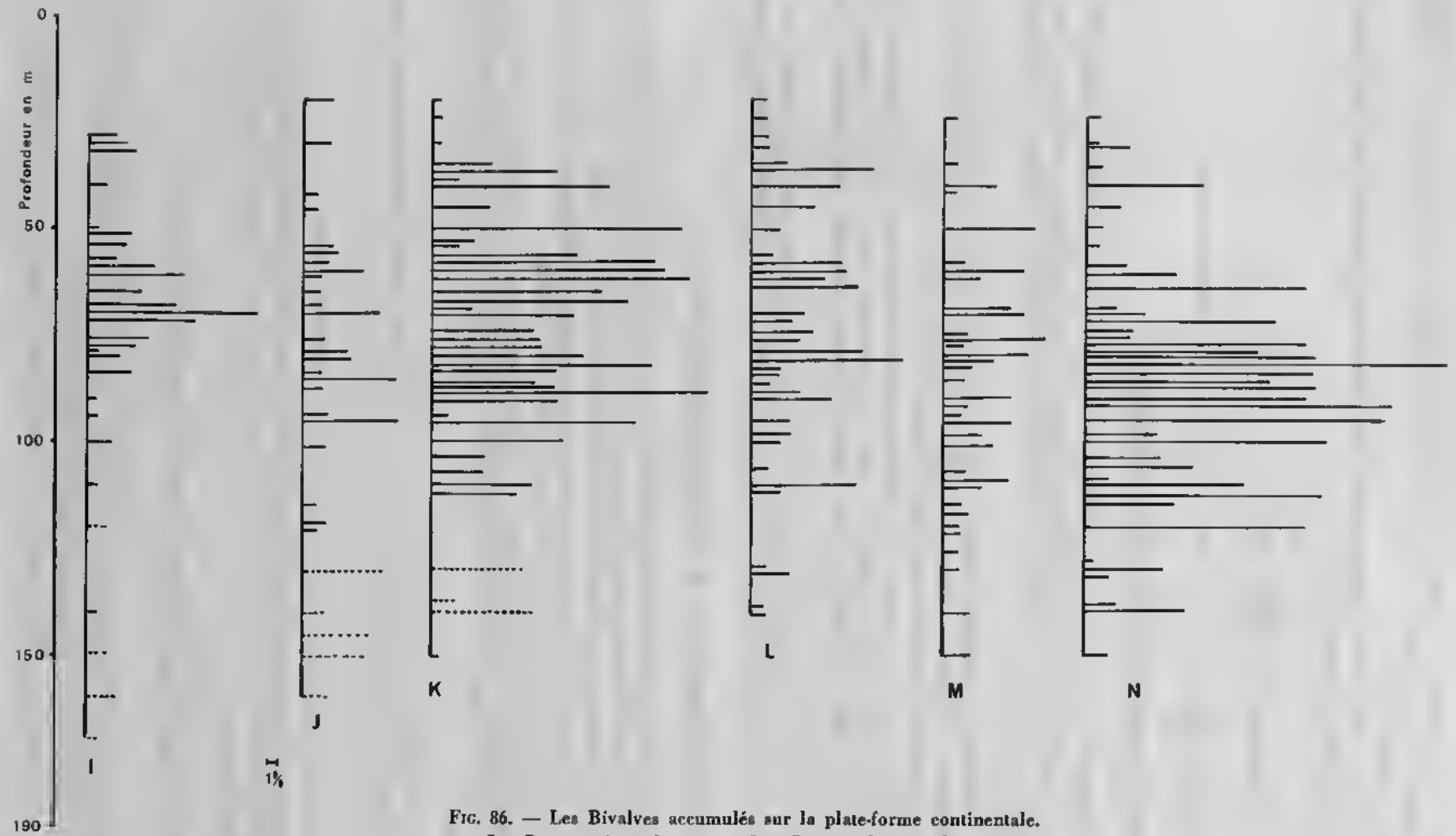



FIG. 86. — Les Bivalves accumulés sur la plate-forme continentale.
I = *Pteromeris corbis*; L = *Parvicardium nodosum*;
J = *Acar pulchella*; M = *Parvicardium papillosum*;
K = *Timoclea ovata*; N = *Nuculana deltoidea*.
En abscisses : fréquences d'accumulation.

Source : MNHN, Paris

## 2 — ESPÈCES A ACCUMULATION NON STÉNOBATHE.

En dehors des précédentes, toutes les espèces de Lamellibranches dont de nombreux spécimens ont été recueillis à tous les niveaux de la marge continentale, entre — 10 m et — 150 m, sont les suivantes :

*Anadara diluvii*, qui paraît abondante entre — 80 m et — 120 m, mais dont il est difficile de préciser les limites bathymétriques de dépôt actuelles, en raison du grand nombre de spécimens reliques;

*Arca tetragona*, qui a été observée entre — 20 m et — 130 m;

*Digitaria digitaria*, dont les accumulations les plus importantes (plus de 10 % des fractions) sont comprises entre — 80 m et — 130 m;

*Lyropecten opercularis*;

*Nucula nitida* et *Nucula nucleus*, bien représentées surtout entre — 40 m et — 80 m;

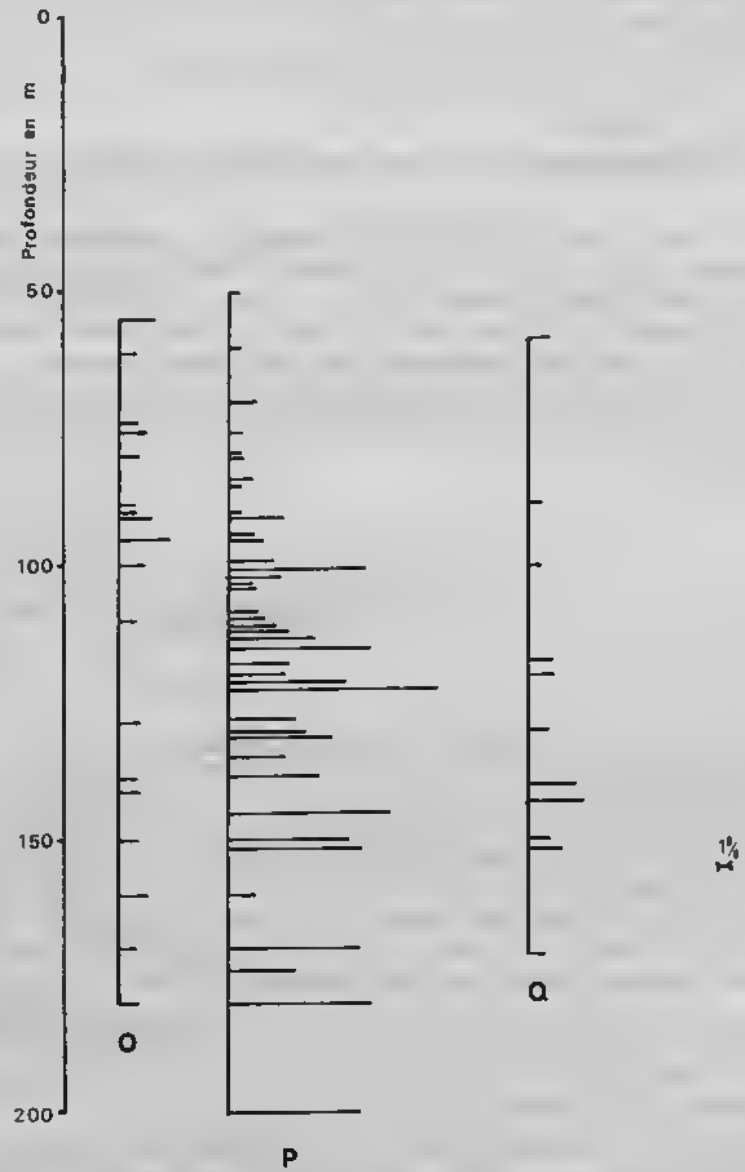



Fig. 87. — Les Bivalves accumulés dans les sédiments organogènes profonds. O = *Pseudamussium incomparabilis*; P = *Bathyarca pectunculoides*; Q = *Propeamussium hyalinum*.

Source : MNHN, Paris

*Pitar rudis*, également abondante entre — 30 m et — 120 m;

*Pteria hirundo*, fréquente dans les vases à organogène entre — 40 m et — 90 m;

*Saxicava arctica*;

*Similipecten similis*, dont les accumulations les plus élevées (plus de 10 % des fractions) s'étagent entre — 60 m et — 150 m;

*Striarca lactea*, fréquente dans les dépôts de la bordure littorale mais retrouvée jusqu'à — 120 m;

*Varicorbula gibba*, abondante dans tous les sédiments organogènes au-dessous de — 20 m.

*En définitive*, si aucune espèce de Lamellibranche ne permet de caractériser, par sa seule présence dans les sédiments, l'un ou l'autre des divers niveaux du précontinent algérien, il semble que le taux d'accumulation maximum de quelques-unes soit restreint aux petits fonds de la bordure littorale tandis que d'autres ne se déposent en masse que beaucoup plus bas.

Il y aurait ainsi, non pas un étagement des espèces, mais une succession de leur fréquence de dépôt, ce qui est très intéressant pour une éventuelle utilisation paléoécologique. Cependant, bon nombre de formes ont été retrouvées à très peu d'exemplaires et les observations demeurent encore trop localisées pour qu'on puisse dûment généraliser ces premiers résultats. Ils semblent pourtant concorder avec ceux qu'a obtenu L. M. J. U. Van Straaten (Sédiments de l'Adriatique Nord, 1965).

### 3 — RÉPARTITION BATHYMÉTRIQUE DES LAMELLIBRANCHES INDÉTERMINABLES.

La proportion de débris indéterminables dans les fractions *Lamellibranches* n'est pas liée à la profondeur. Mais, comme pour les Bryozoaires, les taux les plus élevés en coquilles non identifiables (80 % de la fraction) caractérisent seulement les petits fonds de la frange littorale entre le niveau zéro et — 40 m. Cette proportion est constante dans tous les dépôts coquilliers superficiels et est sans doute due à l'action de la houle qui engendre une forte agitation à la surface de ces petits fonds.

Au dessous de — 40 m, les valeurs présentées par les populations de débris coquilliers indéterminables sont très variables pour une même profondeur comme elles l'étaient pour des sédiments à texture à peine différente.

## II. — LES GASTÉROPODES

Les Gastéropodes qui ont été recensés sur les côtes algériennes en même temps que les Bivalves sont également très divers puisque P. Pallary (1900) en cite près de 425 espèces ! La reconnaissance de toutes ces formes a été menée à bien de pair avec celle des Bivalves par tous les conchyliologistes qui se sont intéressés aux Mollusques de cette région depuis le début du siècle dernier et que nous avons précédemment cités. Leurs catalogues demeurent encore la seule source importante de renseignements précis sur les faunes de Gastéropodes algériens qui n'ont pas suscité, eux non plus, d'études approfondies, à part celles de R. Dieuzeide portant sur le domaine des mattes de Castiglione. De leur côté, R. Vayssière et G. Fredj (1963) n'ont pu reconnaître qu'une cinquantaine de formes vivantes dans nos dragages tant en Oranie qu'au large du Constantinois.

Si les Gastéropodes marins de l'Algérie sont donc peu connus quant à leur nombre et à la densité de leurs peuplements, on ne sait de plus que bien peu de choses sur l'éthologie des diverses espèces et la rareté des études bionomiques renfermant des indications précises sur ces Mollusques ajoute encore à l'incertitude où l'on est quant à leurs « valeurs écologiques ».

Malgré la présence de « formes atlantiques » (que je n'ai d'ailleurs pas retrouvées dans les sédiments), il semble toutefois que la répartition des principales espèces dans les biocénoses du précontinent nord-africain soit sensiblement identique à celle qu'ont mise en évidence P. Sartenaer, J. Picard et M. Ledoyer sur le plateau continental provençal. Ce qui rend encore plus difficile l'analyse des

Source : MNHN, Paris

## Tableau XIX

### *LES GASTEROPODES. Index des Espèces.*

*Acmea (Textura) virginea* (Müller).
*Amycla corniculum* (Olivi).
*Alvania (Acinopsis) cancellata* (Da Costa).
*Alvania (Galeodina) carinata* (Da Costa).
*Alvania cimex* (Linuė).
*Alvania mariae* (d'Orhiguy).
*Alvania montagui* (Pay.) = *sordea* Risso.
*Alvania (Alvinia) pagodula* (D.D.D.).
*Alvania (Arsenia) punctura* (Moutagu).
*Architectonia* sp.
*Astraea (Bolma) rugosa* (Linnė).
*Barleeia rubra* (Adams).
*Bellaspira (Haedropleura) septangularis* (Montagu).
*Bittium reticulatum* (Da Costa) et var. *scabrum* (Olivi).
*Calyptraea chinensis* (Linnė).
*Cancellaria (Bivetiella) cancellata* (Linnė).
*Cantharus (Pollia) orbignyi* (Payraudeau).
*Capulus hungaricus* (Liuuė).
*Cerithidium* sp.
*Cerithiapsis (Dizonopsis) bilineata* (Hoernes).
*Cerithiapsis (Metaxia) rugulosa* (Sowerby).
*Chauvetia minima* (Montagu).
*Chrysallida (Odostomella) dolialum* (Philippi).
*Chrysallida (Parthenina) interstincta* (Moutagu).
*Comarmondia gracilis* (Moutagu).
*Conus* sp.
*Crepidula* sp.
*Cythara (Cytharella) albida* (Deshayes).
*Cythara (Mangelia) attenuata* (Montagu).
*Cylichna cylindracea* (Peuuant).
*Diadora apertura* (Moutagu).
*Emarginula conica* Schumacher var. *costae.*
*Emarginula elangata* Costa.
*Erato laevis* (Douovau).
*Euspira alderi* (Forbes).
*Gibberula miliaria* (Liunė).
*Gibbula magus* (Linnė).
*Hinia (Tritonella) incrassata* (Müller).
*Homalopoma sanguinea* (Linnė).
*Hyalina (Volvarina) secalina* (Philippi).
*Jujubinus striatus* (Linnė).
*Leiostraca glabra* (Da Costa).
*Melanella (Balcis) incurva* (Reuieri).
*Miralda excavata* (Philippi).
*Mitrolumno olivoidea* (Cantraine).
*Muricopsis cristatus* (Brocchi) et *var. inermis* (Philippi).
*Natica dilwynii* Payraudeau.
*Neverita josephinia* Risso.
*Odostomia (Megastomia) conoidea* (Brocchi).
*Odostomia plicata* (Moutagu).
*Odostomia (Brachystoma) rissoides* Hanley.
*Odostomia turrito* (Hanley).
*Payraudeautia intricata* (Douovan).
*Persicula* sp.
*Philine catena* (Moutagu).
*Pusia (Pusialina) tricolor* (Gmelin).
*Raphitoma purpurea* (Montagu) var. *philberti* (Michaud).
*Retusa semisulcata* (Philippi).
*Ringicula (Ringiculina) buccinea* (Brocchi) var. *conformis* Mouterosato.
*Rissoa (Zippora) auriscalpium* (Linnė).
*Rissoa variabilis* (von Mühlfeld).

Source : MNHN, Paris

*Rissoa (Persephona) vialacea* Desmaret.
*Rissoina bruguieri* (Payraudeau).
*Roxania utricula* (Brocchi).
*Scala (Clathrus) communis* (Lamarck).
*Scala (Parviscala) algeriana* Weinkauff.
*Scissurella (Schizotrochus) aspera* Philippi.
*Simnia carnea* (Poiret).
*Smaragdia viridis* (Linné).
*Syrnola* sp.
*Tricolia pulla* (Linné).
*Tricolia speciasa* (von Mühlfeld).
*Trifora perversa* (Linné).
*Trivia coccinellaides* (Sowerby).
*Trophonopsis muricatus* (Montagu).
*Turboella pusilla* (Philippi).
*Turboella (Apicularia) similis* (Scacchi).
*Turbonilla elegantissima* (Montagu).
*Turbonilla (Pyrgolidium) roseum* Monterosato.
*Turbonilla (Pyrgiscus) rufa* (Philippi).
*Turbonilla (Dunkeria) scalaris* (Philippi).
*Turritella communis* Risso.
*Vexillum ebenus* (Lamarck).
*Williamia gussonii* (Costa).

Gastéropodes accumulés dans les sédiments algériens, c'est d'une part, qu'ils sont relativement rares, et d'autre part, qne leurs débris sont très fragmentés et de ce fait quasiment indéterminables en majorité. On a vu ainsi que leurs fractions ne constituent qu'une faible part des matériaux organogènes et aussi que ces fractions sont composées souvent pour plus de 80 % de fragments, les spécimens intacts demeurant en nombre réduit.

La recherche des taux d'accumulation propres aux différentes espèces est ainsi rendue très délicate et les corrélations avec la bathymétrie, les apports terrigènes fins, sont impossibles.

Les indications que je fournirai sur tous les Gastéropodes marins de l'Algérie seront donc bien moins détaillées que les précédentes et je serai très satisfait si elles servent simplement de base à un nouveau travail d'ensemble.

## A — INVENTAIRE DES FORMES RECONNUES. COMPOSITION DES ACCUMULATIONS

Comme les autres Mollusques, les Gastéropodes que j'ai pu retrouver dans les sédiments organogènes algériens sont très répandus en Méditerranée occidentale. Le nombre des formes relevées s'élève à 84 (toutes actuelles), ce qui est toujours bien peu par rapport au stock probable des espèces vivantes (voir tableau XIX), mais relativement plus que ce qu'ont recensé R. Vayssière et G. Fredj.

Comme pour les Bivalves, je me suis servi des catalogues de Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, pour déterminer ma collection, mais P. Brebion a bien voulu l'examiner et revoir toute la systématique.

### 1 — COMPOSITION DES ACCUMULATIONS.

Les accumulations renferment peu de *formes dominantes* et surtout peu d'espèces *caractéristiques* ou bien *préférentes*.

#### a) Les formes dominantes.

Elles sont plus diverses pourtant que ne le sont celles des Bivalves :

| | |
|---|---|
| *Bittium reticulatum*, dominante dans | 30/100 stations |
| *Turritella communis*, dominante dans | 10/100 stations |

Source : MNHN, Paris

| | |
|---|---|
| *Trifora perversa*, dominante dans | 6/100 stations |
| *Alvania cimex*, dominante dans | 2/100 stations |
| *Astraea bolma*, dominante dans | 2/100 stations |
| Diverses (30), dominant dans | 50/100 stations |

b) Les formes caractéristiques.

Leur nombre est plus réduit et la plupart sont *exclusives* seulement d'une ou deux biocénoses. Elles caractérisent en général les dépôts les plus superficiels.

La majeure partie provient en effet presque exclusivement des associations de l'étage infralittoral :
— biocénose de l'herbier à Posidonies :

*Alvania cimex*;
*Alvania montagui*;
*Bittium reticulatum*;
*Chauvetia minima*;
*Gibberula miliaria*;
*Payraudeautia intricata*;
*Rissoa auriscalpium*;
*Rissoa variabilis*;
*Rissoa violacea*;
*Rissoina bruguieri*;
*Smaragdia viridis*;
*Tricolia pulla*;
*Tricolia speciosa*;
*Turboella pusilla*.

— biocénose des Algues photophiles :

*Turboella guerini*.

— biocénose des sables fins bien calibrés :

*Neverita josephinia*.

Un plus petit lot encore se montre de préférence dans des biotopes bien déterminés :

*Formes préférentes Vasicoles :*
*Leiostraca glabra*;
*Turritella communis*.
*Formes préférentes de fonds « Instables » :*
*Melanella incurva*.

Comme celles que j'ai données pour les Lamellibranches, toutes ces indications sur la nature des formes *caractéristiques* ou *préférentes* ont été extraites des divers travaux réalisés par les biologistes méditerranéens et notamment de l'école d'Endoume; mais les observations que j'ai pu réaliser sur la répartition de ces espèces dans les sédiments algériens concordent parfaitement.

Au total, tous ces Gastéropodes à valeur écologique bien précise sont cependant peu nombreux et par là-même, les fractions *Gastéropodes* ne sont donc pas susceptibles, a priori, de fournir beaucoup d'indications sur les conditions de milieu dans lesquelles elles se sont déposées.

## B — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES GASTÉROPODES

Les formes « atlantiques » n'étant pas présentes dans les sédiments organogènes, aucune variation géographique apparente de la composition des fractions *Gastéropodes* n'a pu être mise en évidence.

Les restes de *Homalopoma sanguinea* et *Astraea bolma* paraissent plus fréquents dans les sédiments biogènes de la région constantinoise sans que les fluctuations de leurs taux d'accumulation respectifs

Source : MNHN, Paris

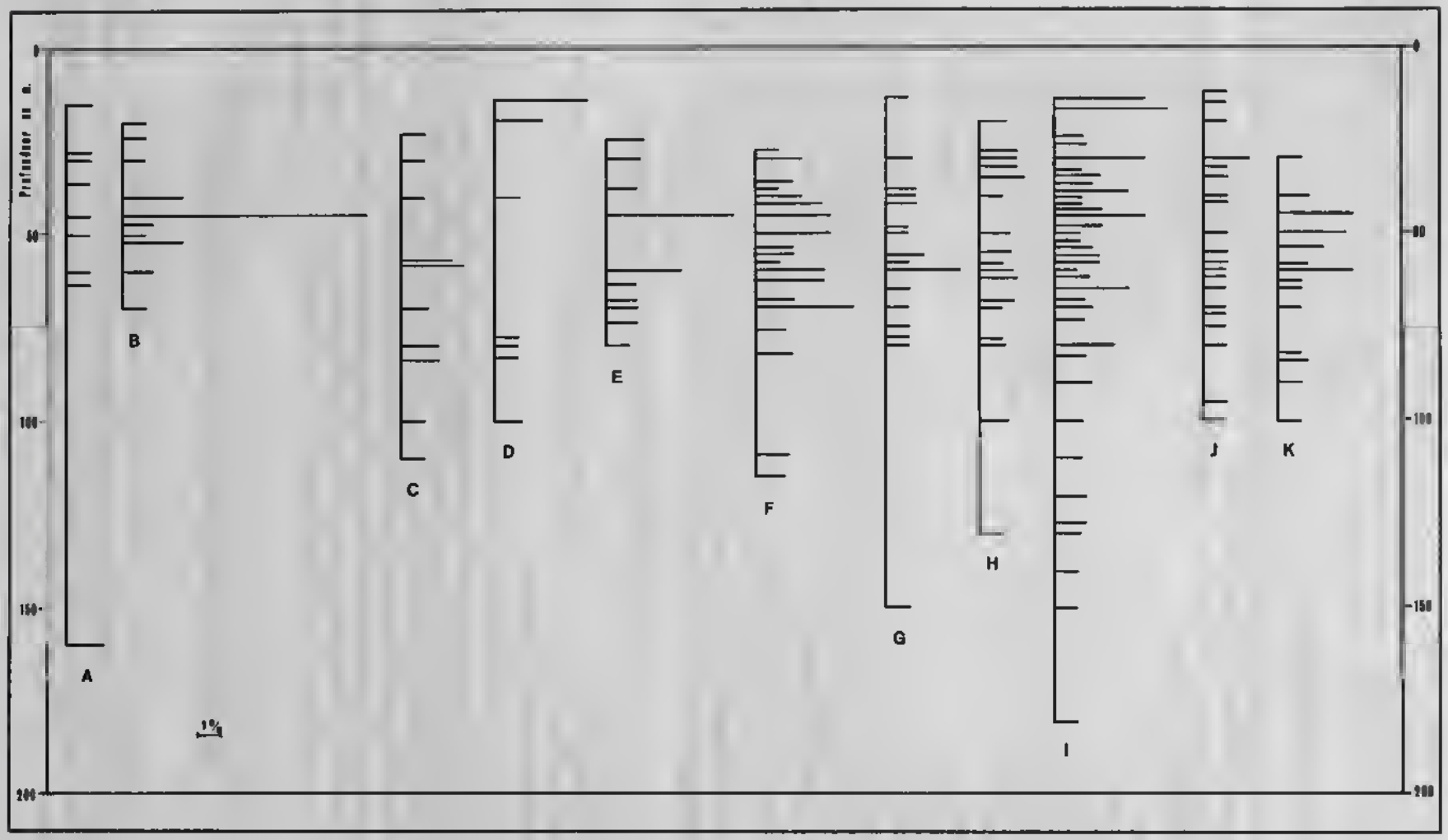



Fig. 88. — Répartition bathymétrique des Gastéropodes superficiels.

A = *Tricolia pulla*;
B = *Homalopoma sanguinea*;
C = *Rissoa violacea*;
D = *Alvania montagui*;
E = *Cerithiopsis rugulosa*;
F = *Astraea rugosa*;
G = *Alvania pagodula*;
K = *Turboella guerini*;
I = *Alvania cimex*;
J = *Odostomia conoidea*;
H = *Barleeia rubra*.

Source : MNHN, Paris

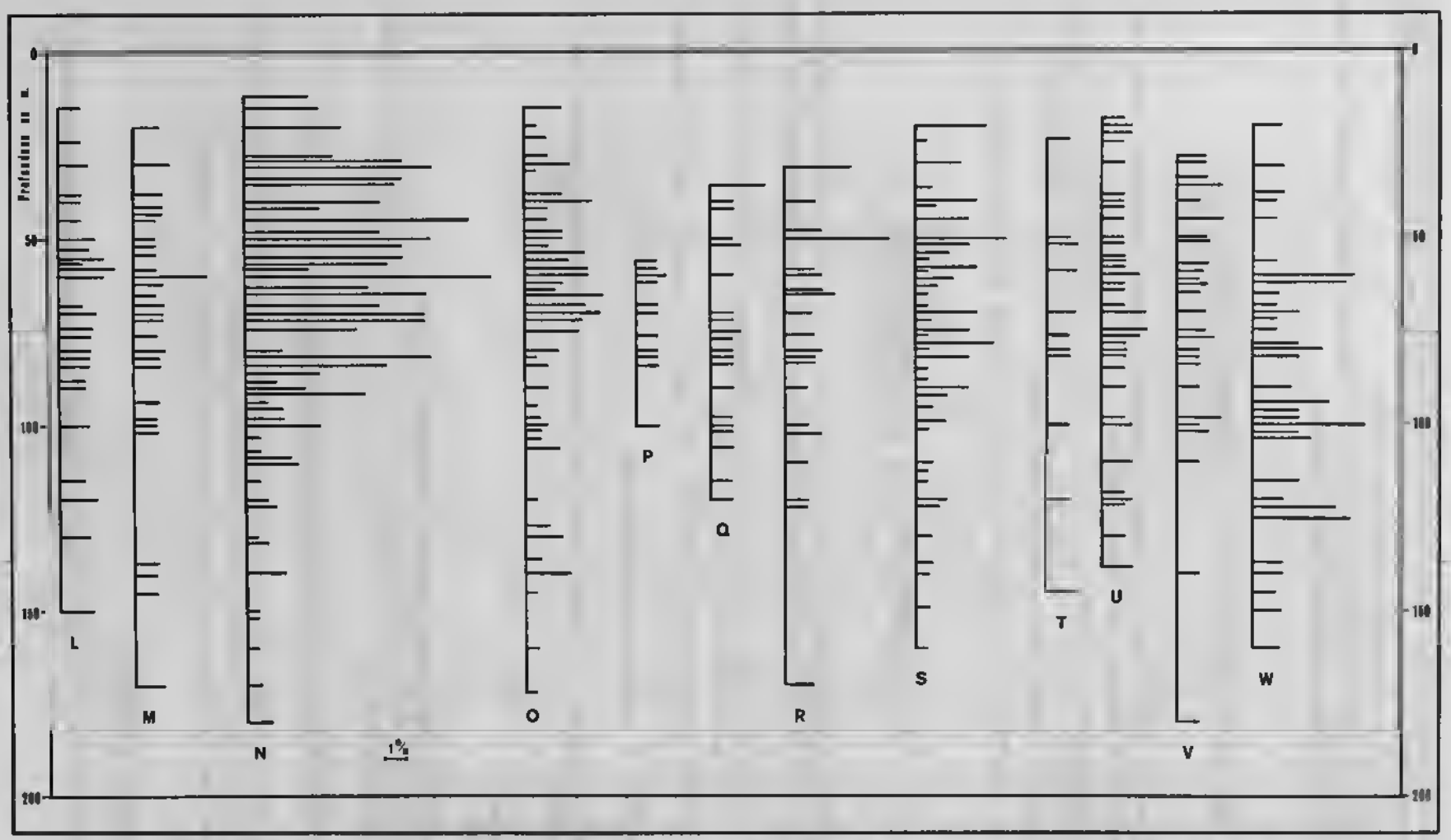



Fig. 89. — Répartition bathymétrique de quelques Gastéropodes typiques des sédiments organogènes de la plate-forme continentale algérienne.

L = *Cerithiopsis bilineata;*
M = *Mitrolumna olivoidea;*
N = *Bittium reticulatum;*
O = *Trifora perversa;*
P = *Euspira alderi;*
Q = *Cythara albida;*
R = *Ringicula conformis;*
S = *Turritella communis;*
T = *Chrysallida interstincta;*
U = *Chrysallida doliolum;*
V = *Calyptraea chinensis;*
W = *Retusa semisulcata.*



Source : MNHN, Paris

puissent être nettement évaluées. De la même façon, *Cythara albida* et *Cythara costata* se révèlent presque uniquement localisées dans les vases mixtes à Coquillier du large du Dahra, mais leur nombre est trop petit pour qu'on puisse en tirer des conclusions valables.

En fait, les populations sont trop peu denses pour qu'une estimation même approchée des variations géographiques de peuplement soit actuellement possible.

## C — LES GASTÉROPODES ET LA TEXTURE DES SÉDIMENTS

Pour les mêmes raisons, il ne m'a pas été possible de mettre au point des corrélations simples entre la texture des sédiments et la présence ou l'absence des espèces.

La plupart ne sont retrouvées que dans les sables grossiers renfermant moins de 5 % de pélites; les espèces observées dans les vases (de 10 % à 30 % de pélites) sont toutes des formes *mixticoles* et surtout *vasicoles* comme *Turritella communis* et *Ringicula conformis*.

Aucune espèce ne voit son taux d'accumulation lié à une valeur bien définie de la texture.

## D — LES GASTÉROPODES ET LA BATHYMÉTRIE

D'une façon générale, la répartition bathymétrique des Gastéropodes est mal définie. Hormis les espèces *caractéristiques* des biocénoses infralittorales, il semble qu'elle soit relativement large pour la plupart des formes.

Les indications précises demeurant fort restreintes dans la littérature spécialisée, j'ai présenté ici les distributions qui m'ont paru revêtir le plus de signification.

Parmi les Gastéropodes des sédiments organogènes, trois grands groupes ont pu être distingués :

### 1) Les Gastéropodes à accumulation superficielle.

Ils comprennent (voir fig. 88) les espèces typiques des biocénoses infralittorales et parmi elles des formes peu citées comme :

*Barleeia rubra;*
*Odostomia conoidea;*
*Alvania pagodula.*

qui sont relativement fréquentes dans les sédiments organogènes algériens.

Toutes les espèces de ce groupe superficiel ont été retrouvées à proximité des herbiers à Posidonies ou des roches de l'étage infralittoral.

### 2) Les Gastéropodes accumulés sur la plate-forme continentale.

Ce sont (voir fig. 89) des formes qui, tout en ayant une extension bathymétrique relativement plus large que les précédentes, voient leurs restes déposés de préférence entre — 60 m et — 80 m.

A noter d'ailleurs que les *Bittium reticulatum* paraissent beauconp plus profonds qu'on ne le pense généralement.

### 3) Les Gastéropodes profonds.

Ils sont peu nombreux et caractérisent surtout les sédiments organogènes dragués à proximité du rebord continental.

Source : MNHN, Paris

Leur peu d'importance confère cependant à leur localisation un caractère « accidentel » et les observations qui les concernent sont données ici à titre simplement documentaire.

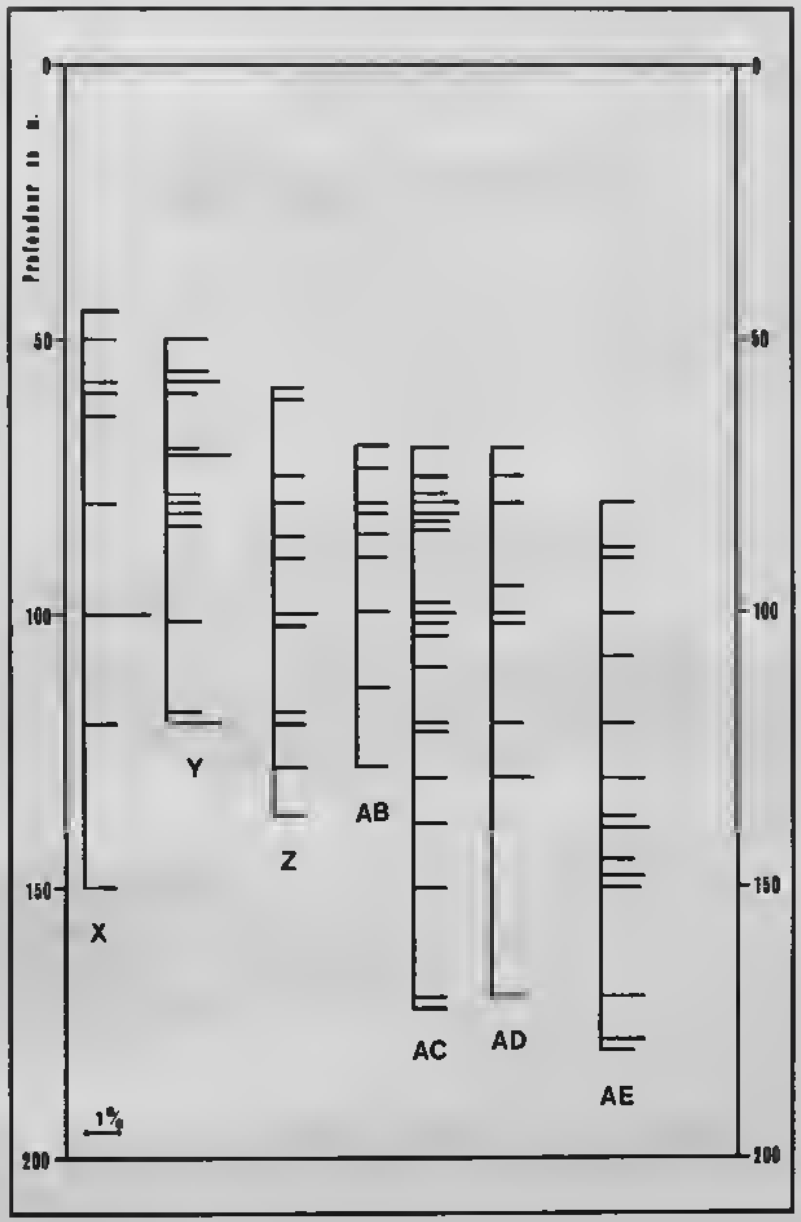



Fig. 90. — Répartition de quelques Gastéropodes « profonds ». X = *Neverita josephinia*; Y = *Odostomia rissoides*; Z = *Philine catena*; AB = *Natica dilwynii*; AC = *Williamia gussonii*; AD = *Scala algeriana*; AE = *Scala communis*.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

*CHAPITRE VIII*

# LES BRACHIOPODES

Les accumulations de Brachiopodes si abondantes dans les terrains anciens sont de nos jours peu communes dans les sédiments calcaires des plates-formes continentales. Leurs coquilles arrivant à former de véritables amas dans les sables organogènes de la région constantinoise, il m'a donc paru intéressant de réunir le plus d'observations possibles quant à leurs modes de gisement, aux espèces représentées et aux rapports avec les divers facteurs du milieu.

## I — INVENTAIRE DES ESPÈCES

La présence de nombreuses espèces de Brachiopodes dans les biocénoses benthiques du précontinent algérien est bien connue depuis les travaux de G. de LACAZE-DUTHIERS sur les Thécidies de La Calle en 1861. Une liste détaillée des principales formes reconnues est donnée dans la bibliographie générale publiée par L. SEURAT en 1930 et ce sont les mêmes que j'ai retrouvées pour la plupart dans les sables organogènes.

Ce sont :

*Argyrotheca neapolitana* Scacchi;
*Platidia* sp. Costa;
*Crania anomala* Müller;
*Gryphus vitreus* Born;
*Lacazella mediterranea* Risso;
*Megathiris decollata* Chemnitz;
*Megerlia truncata* Linné;
*Terebratulina caput-serpentis* Linné.

Toutes sont bien connues et se rencontrent communément dans la zone méditerranéenne depuis le Mio-pliocène. Elles ne peuvent fournir d'éventuelles indications pour la recherche de thanatocénoses quaternaires.

Certaines formes (*Megathiris decollata, Terebratulina caput-serpentis, Gryphus vitreus*) sont abondantes dans les biocénoses de l'étage circalittoral et bathyal de la Méditerranée (J.-M. PÉRÈS et J. PICARD) ; elles ont toutes été retrouvées vivantes dans nos dragages par R. VAYSSIÈRE et G. FREDJ sauf *Argyrotheca*, signalée pourtant par P. PALLARY (1900) dans les zones à corallines de Mers-el-Kébir et *Crania anomala* rencontrée par AUCAPITAINE (1863) entre Bongie et La Calle.

D'une façon générale, toutes les coquilles examinées dans les échantillons de sédiments organogènes présentent, outre des formes intactes bien décrites par les biologistes, des spécimens usés, patinés, difficilement déterminables. Si le remaniement des formes actuelles ou subactuelles est dû à de nombreux facteurs édaphiques (courants) ou biotiques (perforations, encroûtements), il semble également lié à la nature même des espèces.

Pour chacune d'elles, une détermination de la proportion globale des coquilles bivalves et de la proportion des fragments remaniés montre en effet que cette dernière n'est pas la même pour toutes et que deux formes ne sont jamais retrouvées intactes (voir tableau XX).



Source : MNHN, Paris

TABLEAU XX

*Proportion des spécimens usés et intacts chez les* Brachiopodes.

(La proportion de coquilles intactes mais représentées par une seule valve n'est pas donnée).

| Espèces | % de coquilles remaniés | % de coquilles bivalves |
|---|---|---|
| *Argyrotheca neapolitana* | 20 % | 48 % |
| *Crania anomala* | 100 % | 0 % |
| *Gryphus vitreus* | 100 % | 0 % |
| *Lacazella mediterranea* | 46 % | 36 % |
| *Megathiris decollata* | 34 % | 30 % |
| *Megerlia truncata* | 70 % | 28 % |
| *Terebratulina caput-serpentis* | 5 % | 90 % |

Si l'on excepte *Argyrotheca neapolitana* et *Terebratulina caput-serpentis,* la proportion de Brachiopodes remaniés dans les sédiments organogènes du plateau continental nord-africain est donc plus élevée que celle des spécimens entiers, ce qui est normal en raison de la faible densité des animaux vivants et de la résistance au broyage de leurs coquilles.

D'un autre côté, on peut expliquer la mince proportion d'espèces remaniées d'*Argyrotheca neapolitana* et *Terebratulina* par la fragilité de leurs valves (nous avons uniquement rencontré des formes jeunes surtout en ce qui concerne *Terebratulina*), qui seraient broyées avant de pouvoir être usées. Il est toutefois délicat d'expliquer la grande quantité d'individus entiers et intacts appartenant à la première espèce par une plus grande densité de la population vivante puisque cette dernière a totalement échappé aux investigations des biologistes qui se sont récemment occupés de la question.

Dans l'ensemble, tous les individus appartenant à la même espèce possèdent une taille identique. Seules les coquilles de *Megerlia truncata* ont des dimensions variant entre 2 mm et 10 mm, et cette espèce est donc la plus grande de toutes celles qui se sont accumulées dans les sédiments organogènes algériens.

## II — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Quoique répandus sur l'ensemble du précontinent algérien, les Brachiopodes caractérisent surtout la converture sédimentaire du golfe de Bône où leurs coquilles arrivent à constituer d'importantes populations participant à la formation du sédiment.

*Dans le secteur oranais* (Iles Habibas - Cap de l'Aiguille), la population de Brachiopodes, seulement présente dans 5 des 67 stations reconnues (matériaux organogènes) n'atteint jamais la proportion minimum de 1 % du sédiment. Leurs coquilles ne se rencontrent de manière constante ni dans les vases, ni dans les sables de nature détritique. Leur répartition affecte de plus un mode très clairsemé et ils caractérisent seulement quelques fonds meubles à substratum rocheux au voisinage des bancs-fonds et des îles de la plate-forme. Les dragages que j'ai réalisés sur le Banc de Corail et le Banc d'Aïn el Turck n'en ont pas ramené bien que P. PALLARY en ait signalé.

Dans l'ensemble du secteur, seules les deux espèces : *Argyrotheca neapolitana* non remaniée et *Megathiris decollata* (très usée) sont représentées avec nette prédominance de la dernière.

*Dans la baie d'Arzew,* sur les 44 échantillons de sédiments organogènes grossiers, je n'ai pu voir qu'une seule valve dorsale très usée de *Megathiris decollata* d'origine probablement non actuelle (mais sans doute datant de la fin de la transgression flandrienne) dans une vase organogène de la pente continentale entre le Cap Ferrat et le Cap de l'Aiguille.

Source : MNHN, Paris

*Dans toute la région algéroise,* les Brachiopodes sont extrêmement rares dans les sédiments organogènes.

*Au large de Djidjelli,* ils réapparaissent dans 7 des 16 échantillons dragués sur la partie externe du plateau continental. A partir du Cap Bougarouni, ils s'accumulent dans tous les sables et vases à organogène et peuplent même quelques sables détritiques terrigènes vaseux à forte teneur en coquilles d'origine diverse.

Ils arrivent à constituer en baie de Bône et au large du Cap Rose de 2 à 16 % du sédiment grossier.

Toutes les espèces que nous avons mentionnées sont fréquentes à partir de Djidjelli mais l'abondance des *Mergerlia* et des *Lacazella* reste localisée à la baie de Bône où la densité des Brachiopodes vivants est bien connue.

## III — LES BRACHIOPODES ET LA TEXTURE DES SÉDIMENTS

Comme pour tous les autres amas de formes benthiques, il n'y a pas de relation entre la fréquence d'accumulation de quelques coquilles de Brachiopodes et les paramètres texturaux des sédiments organogènes. On peut cependant noter que le taux d'accumulation de toutes les espèces, sauf *Gryphus vitreus* et *Terebratulina caput-serpentis,* est élevé (supérieur à 1 %) seulement pour les matériaux organogènes dont les caractéristiques texturales sont les suivantes :

— $1 \text{ mm} < x < 4 \text{ mm}$;
— $1{,}80 > \sigma > 0{,}80\ \Phi$;
— teneur en particules moyennes et fines $< 17\ \%$;
— teneur en pélites $= 0$.

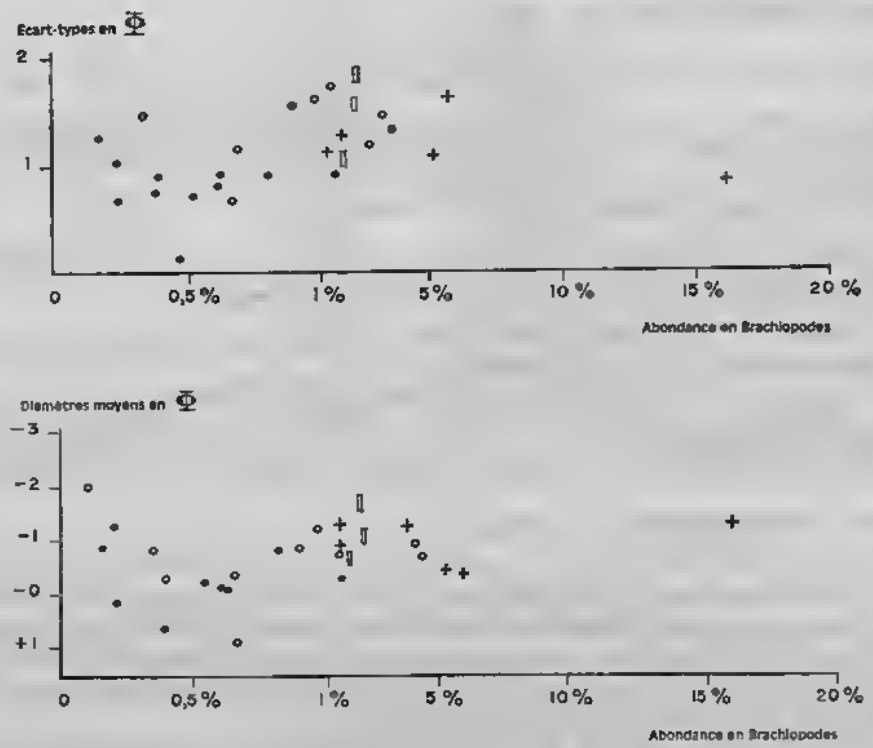



FIG. 91. — Variations d'importance des fractions « Brachiopodes » en fonction des paramètres texturaux des sédiments.



Source : MNHN, Paris

*Gryphus vitreus* et *Terebratulina caput-serpentis* n'ont été, de leur côté, retrouvées que dans les vases organogènes dont les caractéristiques sont très différentes :

— $x < 1$ mm;
— $\sigma < 0{,}80\ \Phi$;
— phase moyenne et fine $> 17\ \%$;
— phase pélitique $> 29\ \%$.

D'une façon générale, (voir fig. 91), il n'y a pas de relation entre l'abondance des Brachiopodes et les paramètres texturaux du sédiment.

## IV — RÉPARTITION BATHYMÉTRIQUE DES BRACHIOPODES

Bien que les Brachiopodes soient essentiellement eurybathes, tout au moins à l'échelle du précontinent, les biologistes considèrent l'abondance de certaines espèces comme étant caractéristique de certains faciès.

*Argyrotheca* et *Lacazella* sont ainsi réputées pour être fréquentes dans les faciès coralligènes de l'étage circalittoral tandis que *Gryphus vitreus* et *Terebratulina caput-serpentis* caractérisent avec *Cidaris cidaris* les graviers et les fonds durs du début de l'étage bathyal (J.-M. Pérès et J. Picard, 1963 — R. Vayssière et C. Carpine, 1964). *Megerlia truncata* et *Megathiris decollata* sont des espèces ubiquistes.

Les sables organogènes du plateau continental algérien correspondent aux profondeurs de l'étage circalittoral et les vases organogènes étant souvent retrouvées au niveau de l'étage bathyal, j'ai entrepris de rechercher au sein de ces sédiments l'étagement des espèces afin de mieux cerner les conditions de dépôt actuelles.

### 1) Répartition bathymétrique des espèces.

Si l'on tient compte de toutes les coquilles recueillies, on peut voir (fig. 92) que :

— toutes les espèces de l'étage circalittoral sont présentes jusqu'à — 150 m et plus;
— les espèces typiques de l'étage bathyal n'existent que dans les sédiments situés au dessous de — 120 m;
— les espèces ubiquistes peuplent tous les sédiments de — 20 m à — 150 m.

En ne retenant que les profondeurs des espèces *dominantes* au sein des populations de chaque station (niveau d'abondance maximum), un étagement plus clair apparaît :

— de — 20 m à — 95 m, les coquilles les plus abondantes sont celles d'*Argyrotheca* et *Lacazella* (*caractéristiques* des faciès de l'étage circalittoral);
— de — 95 m à — 150 m, *Megerlia truncata* devient la plus fréquente;
— de — 150 m à — 200 m, la majeure partie des Brachiopodes est représentée par *Gryphus vitreus* et *Terebratulina caput-serpentis*.

### 2) Répartition bathymétrique du groupe.

L'importance de la fraction *Brachiopodes* au sein des sédiments organogènes n'est pas fonction de la profondeur de ces derniers. Mais leurs coquilles ne forment d'amas suffisamment importants pour être évalués que dans les sables organogènes compris entre — 45 m et — 80 m. Au niveau du faciès bathyal à *Terebratulina* et *Gryphus*, les sédiments organogènes ne présentent qu'exceptionnellement une population égale au moins à 1 % du matériau.

L'abondance des Brachiopodes est donc, sur le précontinent algérien, uniquement restreinte aux biotopes de la plate-forme continentale.

Source : MNHN, Paris

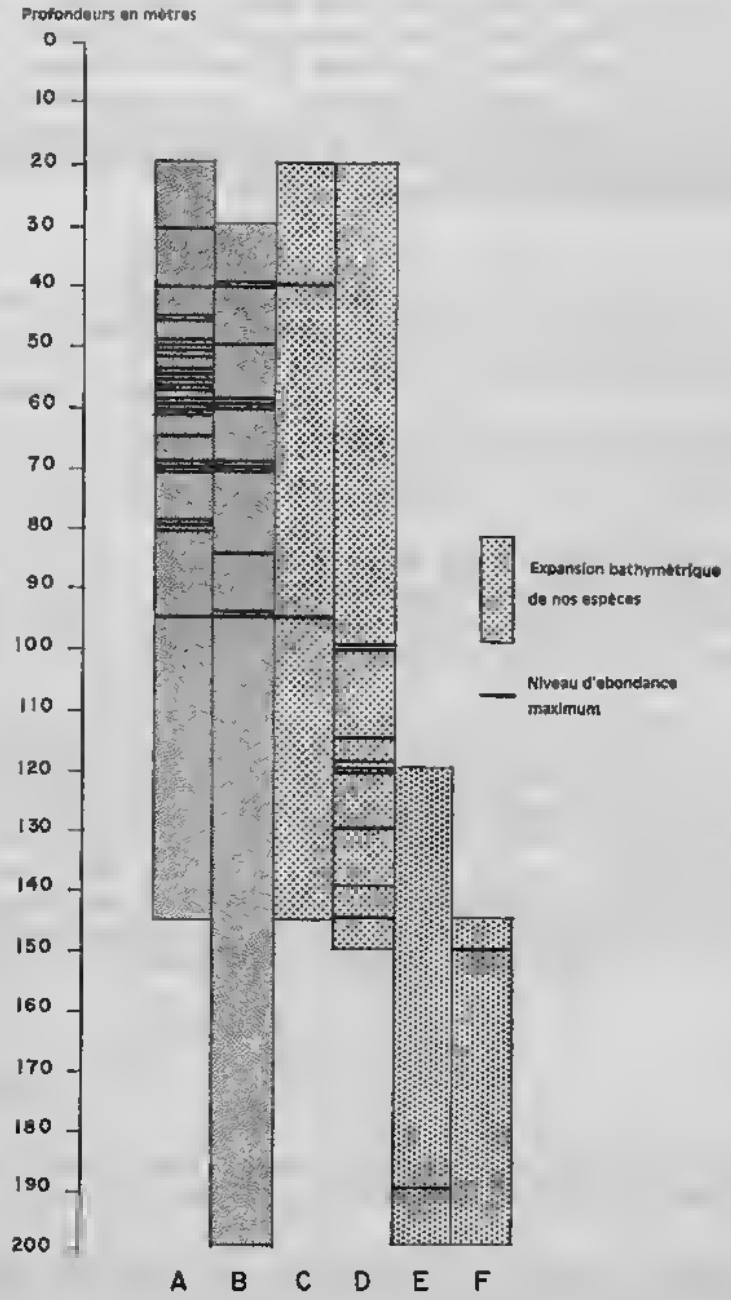



FIG. 92. — Répartition bathymétrique de quelques Brachiopodes. A = *Lacazella mediterranea*; B = *Argyrotheca neapolitana*; C = *Megathiris decollata*; D = *Megerlia truncata*; E = *Gryphus vitreus*; F = *Terebratulina caput-serpentis*.

Elle est maximum pour les fonds durs à relief bien dessiné, oscille entre 1 à 3 % pour les fonds du rebord, est inférieure ou égale à 1 % pour les fonds plats à substratum rocheux et demeure toujours négligeable pour tous les fonds soumis à une sédimentation terrigène plus ou moins forte (fonds plats ou déprimés sans substratum rocheux).

Sans avoir l'importance fondamentale des Bryozoaires ou des Algues calcaires, les Brachiopodes participent à la constitution des sédiments meubles organogènes grossiers du précontinent. Mais leur abondance très localisée confère à la sédimentation organogène de la région constantinoise une composition, sinon une texture particulière.

Source : MNHN, Paris

Cette abondance paraît liée à la présence de fonds durs ou concrétionnés, situés en bordure du plateau et supportant une biocénose coralligène florissante. Les variations de son intensité suivent les variations du milieu et particulièrement l'importance des apports terrigènes fins.

L'étude qualitative des espèces permet de retrouver au sein des sédiments les deux principales populations vivantes. L'étude quantitative des accumulations montre l'absence relative des espèces « bathyales » dans les sédiments de cet étage et le décalage existant entre l'importance des formes vivantes et celle de leurs restes dans l'étude d'un même milieu.

Source : MNHN, Paris

# CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Les sédiments calcaires qui se déposent actuellement ont une extension et nn volume bien peu importants si on les compare aux matériaux calcaires anciens. Pourtant, c'est en analysant avee finesse les caractéristiques principales des premiers, que l'on peut espérer mieux comprendre la formation et l'évolution des seconds.

Cependant, si les sables et les vases calcaires déposés autonr des zones récifales ou subrécifales de la ceinture équatoriale sont bien connus, vus lenr nombre et leur importance, on ne possède encore que quelques données isolées sur les accumnlations de débris d'origine non récifale qui demeurent, elles, moins largement répandues.

A cet égard les sédiments organogènes algériens qui résultent dn simple amoncellement des squelettes, tests, coquilles et concrétions des organismes vivant à la surface des fonds, fournissent un matériel de choix pour l'étude d'une sédimentation calcaire particulière parce qu'instaurée dans le cadre inhabituel d'une marge continentale étroite, profonde et géomorphologiquement très variée.

Assurément, l'ensemble des prélèvements (282 en tout) recueillis entre le nivean 0 et — 200 m, depuis la frontière marocaine jusqu'à la frontière tunisieune, est trop réduit pour qu'une carte détaillée des gisements et de leurs faciès pnisse être dressée. Quatre esquisses au 1/150 000e indiquent pourtant la répartition des divers types de sables et vases organogènes en Baie d'Oran, baie d'Arzew, golfe de Bône et dans la région de La Calle - Tabarca. D'autre part, la masse de renseignements fournis par l'analyse quantitative aussi bien de la texture et de la composition des échantillons que de la nature des populations zoogènes ou phycogènes permet de déterminer les homologies entre les peuplements vivants et les peuplements accumulés, les principaux faciès et leur mode de formation, les grands facteurs et l'évolution récente de la sédimentation organogène sur cette bordure sud-méditerranéeune.

## 1 — LES OBSERVATIONS.

***L'analyse texturale*** montre tout d'abord que les sédiments organogènes algériens sont pour la plupart des sables grossiers graveleux, hétérogènes, dépourvus le plus souvent de particules fines ou pélitiques.

Ces sables sont répartis d'un bout à l'autre du précontinent aussi bien sur les petits fonds de la bordure littorale (— 10 m à — 60 m) que sur les zones planes ou accidentées de la plate-forme (— 60 m à — 90 m), sur les reliefs du rebord continental (— 80 m à — 120 m), et sur les hauts-fonds.

Il n'y a aucune différence texturale majeure entre eux. Seuls les sables grossiers soumis à l'action des courants de boule (— 10 m à — 40 m) présentent un certain classement de leurs particules (écart-types inférieurs à 1 Unité-Phi).

Aucune distinction granulométriqne bien nette n'existe non plus entre les sables et les vases qui sont en fait des sables plus ou moins riches en pélites (de 10 % à 30 %). Plus rares que les sables les vases organogènes assurent d'ailleurs la transition entre ces derniers et les boues terrigènes fines des vasières de la plate-forme ou de la pente continentale.

Il apparaît ainsi que si la granulométrie permet de distinguer entre eux de grands ensembles sédimentaires d'origine et de mode de formation différent, elle ne peut servir à décrire complètement les divers faciès existant dans les sédiments organogènes constitnés en dehors de l'action des courants par l'accumulation de populations hétérogénétiques. L'analyse texturale des sédiments organogènes

Source : MNHN, Paris

ne suffit donc pas à déterminer leur origine, leur mode de formation et à plus forte raison les facteurs de la sédimentation calcaire organogène.

— *L'analyse quantitative de la composition*, menée à bien par triage et pesée ou comptage des divers éléments regroupés selon leur origine au sein de *Fractions* homogènes, permet au contraire de reconnaître avec précision la provenance des particules accumulées et surtout d'évaluer moins subjectivement l'importance de chacune des populations sédimentaires représentées.

Parmi ces dernières, un petit nombre (7 seulement) participe vraiment à la constitution de tous les échantillons ramenés et joue donc un rôle fondamental. Ce sont les Débris Bioclastiques, les Bryozoaires, les Lamellibranches, les Gastéropodes, les Algues calcaires, les Echinodermes et les Foraminifères. Les autres fractions, très nombreuses, ne sont pas retrouvées dans tous les sédiments et ont donc un rôle accidentel ou auxiliaire. Les plus importantes sont : les Brachiopodes, les Hexacoralliaires, les Annélides, les Scaphopodes.

D'une façon générale, la proportion relative des populations participant à la constitution des sédiments organogènes est en relation plus ou moins étroite avec les divers facteurs du milieu. En effet, les pourcentages présentés par les fractions ne deviennent élevés que dans les sédiments déposés dans les biotopes même où les conditions de vie sont optima pour les groupes dont elles dérivent :

— *les Algues calcaires arbusculaires* (*maerls*) ne présentent ainsi leur taux d'accumulation maximum que dans les sables grossiers de la frange littorale (0 à — 40 m) soumis à des courants suffisamment vifs pour que la phase pélitique et fine reste toujours inférieure à 5 % du poids total du sédiment. Partout ailleurs, elles sont très peu fréquentes.

— *les Algues calcaires crustacées* sont au contraire surtout abondantes dans les sables dragués sur les fonds plats à substratum rocheux de la plate-forme soumis à des conditions de milieu plus sciaphiles et plus calmes (— 60 m à — 80 m).

— *les Bryozoaires* demeurent toujours fréquents dans les sables des fonds à relief accidenté de la plate-forme et le nombre de leurs débris décroît très vite dès que la proportion des particules fines et pélitiques dépasse 10 %, ou dès que l'agitation au fond devient forte (sur la frange littorale).

— *les Lamellibranches* ne forment au contraire d'importantes fractions coquillières que dans les vases ou les sables riches en pélites (de 20 % à 40 %), que ce soit sur les fonds plats sans substratum rocheux ou sur les fonds plats à substratum rocheux de la plate-forme continentale comme de la pente littorale.

— *les Gastéropodes* voient leurs populations demeurer plus littorales et leur taux d'accumulation est maximum au niveau des roches superficielles et des herbiers.

— *les Foraminifères* peu abondants dans les sables organogènes de la bordure littorale ou de la plate-forme (moins de 5 %) sont relativement plus fréquents dans les vases tapissant le rebord du plateau.

— *les Echinodermes* ne participent jamais pour plus de 2 % à la constitution des sédiments organogènes algériens.

— *les Brachiopodes* caractérisent, enfin, les substrats durs de la plate-forme constantinoise.

D'une façon générale, tous les autres groupes sont très faiblement représentés et les phases fines des sédiments organogènes renferment toujours moins de 5 % de micro ou nannoorganismes intacts.

Il arrive cependant, que la présence de certaines fractions ne puisse être liée aux conditions actuelles du milieu. Les grands amas de *maerls* dragués sur les fonds en relief du rebord oranais (— 90 m à — 150 m) et tous les débris de Bryozoaires et d'Algues calcaires retrouvés dans les vases organogènes proches des vasières de la plate-forme sont dans ce cas. L'étude des grands groupes (Bryozoaires, Bivalves, Gastéropodes, Hexacoralliaires, Brachiopodes, Echinodermes), confirme que les organismes actuels ne se déposent en abondance que dans les biotopes même où ils vivent, à l'exception naturellement de la bordure littorale où les transports de matériel biogène sont effectifs quoique peu volumineux. Les taux d'accumulation, calculés pour les espèces les plus communes ou caractéristiques de facteurs du milieu bien déterminés, ne se révèlent en effet importants voire même optima que sur les fonds où les conditions de milieu sont analogues à celles qui favorisent au mieux la prolifération des formes vivantes correspondantes.

Source : MNHN, Paris

Il apparaît ainsi que les « significations écologiques » des espèces caractéristiques ne sont pas, en général, pertubées très profondément par les processus de la sédimentation.

Le renouvellement de la composition des accumulations fournit aussi un bon indice de l'absence de transports organogènes à grande échelle et souligne en même temps le danger d'une utilisation simple des « gradients organogènes » en dehors d'une étude détaillée des espèces.

## 2 — LES PRINCIPAUX FACIÈS ET LEUR MODE DE FORMATION.

Suivant la nature des éléments reconnaissables prépondérants, les divers types de sédiments organogènes peuvent être répartis en : sables ou vases à Bryozoaires, à Algues calcaires, à Coquillier, à Foraminifères ou à Bioclastique (dans ce dernier cas, la proportion des débris bioclastiques forme au moins 90 % du matériau). Quand la proportion des particules terrigènes (sables, sablons, pélites) oscille entre 25 % et 49 %, les même faciès sont dits « organo-terrigènes ».

Selon leur origine, tous ces sables et ces vases peuvent être répartis en 3 grands groupes.

***Les sédiments organogènes actuels.*** Ils sont uniquement composés par les restes des organismes vivant présentement à la surface des fonds et sont donc actuellement en voie de formation.

Sur la bordure littorale, ils sont composés par les restes des biocénoses infralittorales et circalittorales installées sur les roches et dans les sables échelonnés entre 0 et — 60 m environ. Des apports terrigènes grossiers et fins peuvent s'y mêler en proportions variables. Les éléments les plus abondants sont les thalles des Algues calcaires arbusculaires, les coquilles de Gastéropodes et les Débris Bioclastiques. Les principaux faciès sont des sables à bioclastique devant les côtes rocheuses et les plages, des *maerls* à la limite des herbiers (pour l'Oranie seulement), des sables à coquillier (faciès de transition) entre les plages et les vasières de la plate-forme.

Entre — 60 m et — 90m environ (sur la plate-forme continentale), leurs composants proviennent uniquement des biocénoses de l'étage circalittoral installées dans les milieux calmes et relativement sciaphiles. Ils sont représentés par des sables grossiers à Algues calcaires ou à Bryozoaires issus des biocénoses coralligènes recouvrant les fonds durs non envasés et par des sables ou des vases à Coquillier (Bivalves surtout) notamment dans les fonds plats ou déprimés, à proximité des zones envasées.

Au niveau de la pente continentale, qui débute en général vers — 90 m ou — 120 m, les vases à Foraminifères constituent les seuls sédiments organogènes actuels.

***Les sédiments organogènes reliques,*** signalés pour la première fois sur le précontinent algérien, se distinguent des précédents par une texture et surtout une composition peu en accord avec leurs conditions de gisement. Ils sont formés pour une bonne part de débris d'organismes ayant vécu probablement pendant la dernière grande régression ou lors de la transgression flandrienne.

La majeure partie d'entre eux caractérise les fonds du rebord ou de la pente continentale de — 90 m à — 200 m. En Oranie, et dans la baie de Castiglione, ce sont des sables et des vases à Algues calcaires renfermant des Bivalves et des Gastéropodes infralittoraux, de même qu'un grand nombre de débris bioclastiques, et quelques grains terrigènes (quartz) nettement éolisés. De Bône à La Calle, ce sont plutôt des vases à coquillier riches en faunes superficielles. Ces sédiments organogènes reliques se sont mis en place lors de la dernière grande régression du niveau marin dont l'amplitude peut atteindre de — 110 m à — 120 m.

Les sédiments organogènes reliques des plates-formes continentales et des corniches littorales sont constitués par des vases à Algues calcaires et à Bryozoaires qui proviennent de l'envasement récent de dépôts mis en place pendant et peu après la transgression flandrienne.

Quelques *maerls* et sables à bioclastique envasés représentent les rares exemples de sédiments organogènes reliques rencontrés sur les petits fonds de la bordure littorale.

***Les sédiments organogènes résiduels,*** très peu fréquents et en grande partie restreints sur les platiers du golfe de Bône sont formés par quelques sables et vases à bioclastique riches en débris d'origine coralligène manifestement remaniés et patinés sous climat subaérien (sables fauves). Aucune

Source : MNHN, Paris

forme fossile ne permet malheureusement de dater l'âge exact de ces restes, mais des considérations d'ordre écologique montrent qu'il doit être « antétardiglaciaire », très probablement pléistocène.

A vrai dire, la séparation entre les trois grands groupes de sédiments organogènes n'est pas très aisée car on peut estimer qu'une bonne partie des débris bioclastiques peut provenir de dépôts anciens, pléistocènes, pliocènes ou même plus anciens et d'autre part, l'apport actuel de nature organogène est pen important, si l'on excepte quelques zones bien délimitées (autour des biocénoses coralligènes par exemple).

Les sédiments organogènes algériens apparaissent ainsi comme le produit provisoire de l'évolution suivie par la sédimentation organogène calcaire pendant toute la durée de la période pléistocène et plus particulièrement de la période holocène.

### 3 — L'ÉVOLUTION DE LA SÉDIMENTATION ORGANOGÈNE.

Les indications fournies par les matériaux calcaires reliques et résiduels permettent de retracer, dans ses grandes lignes, l'évolution de la sédimentation organogène pendant l'intervalle qui nous sépare de la dernière grande régression, c'est-à-dire finalement nne partie de l'histoire récente du précontinent algérien.

Réalisée pas à pas sons le contrôle des divers facteurs dn milieu marin (profondeur, apports terrigènes fins, salinité...), cette évolution est due en fait aux deux grands événements d'ordre général qui ont affecté l'ensemble de la marge continentale algérienne :

— la remontée du nivean zéro qui a provoqué une véritable migration des biocénoses benthiques depuis leurs anciens emplacements jusqu'à leurs biotopes actuels;
— l'augmentation des apports terrigènes fins induite par la modification climatique importante qui a en lieu un peu avant la fin de la transgression flandrienna.

Au moment de la dernière régression, le niveau zéro se trouvait ainsi entre — 110 m et — 120 m environ et la majeure partie de la plate-forme continentale actuelle était alors livrée aux agents de l'érosion continentale. Sous le climat semi-aride froid qui régnait à ce moment, de grands massifs dunaires se formaient an centre des zones déprimées des plates-formes tandis que les massifs éruptifs ou les *horsts* mis en place dès le Miocène alimentaient la formation de grands glacis (autour des Massifs Oranais et devant le Cap Bougarouni). En bordure des grands glacis, toute une série de dépôts de *maerls* et de sables bioclastiques se constituait tandis que, sous l'action de la boule, des replats on des talus littoraux étaient peu à peu édifiés, notamment au dépens de l'actuelle pente continentale.

Mais, en remontant, le niveau marin entraîne un bouleversement radical des conditions de milieu. Toutes les biocénoses doivent, pour survivre, coloniser de nouveaux domaines et de nouveaux débris organiques viennent se snrimposer aux précédents ou bien se mêler aux matériaux dunaires on aux formations alluvionnaires, dont une partie, reprise dans le déferlement, est démantelée puis dispersée ou repoussée vers la bordure littorale actuelle.

Cependant, au moment où la mer est proche de son niveau actnel, le climat général qui avait été relativement humide durant la première phase de la transgression, redevient beauconp plus aride et l'érosion de tout l'arrière pays continental reprend, sans doute à partir de — 5 000 ans. De grandes masses d'argiles et de sables fins sont alors entraînées sur la plate-forme qui en retient la majeure partie, tout d'abord au niveau des vasières. L'envasement de tout le plateau continental se poursuit ensuite et s'aggrave même à partir de la période historique. Les sédiments organogènes se chargent en particules pélitiques et acquièrent enfin leur aspect actuel. Ils se disposent en même temps selon leur répartition présente et caractérisent de plus en plus les zones de seuils on de reliefs stables qui, seules, échappent à l'enfouissement par les vases. La distribution de leurs faciès peut ainsi être mise en rapport avec la topographie des fonds qui dépend elle-même de l'évolution diastrophique récente de toute la bordure continentale algérienne.

Les sédiments organogènes algériens offrent donc en définitive un nouvel exemple des rapports entre le diastrophisme et la sédimentation.

Il paraît difficile, cependant, de vonloir généraliser les conclusions auxquelles leur étude nous conduit. La bordure algérienne constitue, en effet, un cas bien particulier à la fois par son étroitesse, sa jeunesse et surtout par l'ampleur des monvements qu'elle a récemment subis. La Méditerranée est

Source : MNHN, Paris

d'autre part une mer fermée bénéficiant d'un bilan hydrologique bien singulier. On possède enfin peu d'indications sur les autres types de sédiments organogènes non récifaux, actuellement mis en place par ailleurs.

Aussi l'objet de ce mémoire, qui est de fournir un nouveau modèle pour l'étude des sédiments anciens, sera-t-il largement atteint s'il conduit le lecteur à de nouvelles réflexions et à de nouvelles interrogations.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

# BIBLIOGRAPHIE


ALLAIN (C.), 1960. — Topogrephie dynamique et conrants gèuéreux dans le bassin occideutel de la Méditerranée (Golfe dn Lion, Mer Catalene, Mer d'Alboran, sectenrs à l'Est de la Corse). *Rev. Trav. Inst. Pêches Maritimes*, t. 24, fesc. 1, p. 121-152.

ALLAIN (C.), FURNESTIN (M. L.) et MAURIN (C.), 1966. — Essai de synthèse sur l'Océanographie physique et biologiqne dans la zoue d'influence du courant atlantiqne eu Méditerranée du sud et dn levant. C.I.E.S.M. Schéma présenté à la couférence de SPLIT (décembre 1965) à l'initiative dn bureau d'Océanographie de l'U.N.E.S.C.O.

ALLAN (R. S.), 1939. — Studies on the recent and tertiary brachiopods of Australia and New Zealand. *Rec. Canterbury Mus., Christchurch*, Part. I, t. IV, n° 5.

AUZENDE (J.-M.), 1969. — Etude par sismique réflexiou de la bordure coutiuentale algéro-tunisienue eutre Bongie et Bizerte. Thèse 3e cycle, Paris, 115 p. ronéotypées, 7 pl., 35 fig.

BERGER (W. H.), 1967. — Foraminiferal ooze solution at depths. *Science*, April 1967, vol. 156, n° 3773, p. 383-385.

BERGER (W. H.), 1968. — Radiolarian skeletous : solutiou at depth. *Science*, Marcb 1968, vol. 159, p. 1237-1238.

BERNARD (F.), 1952. — Eaux atlantiqnes et méditerranéenues au large de l'Algérie. I. - Hydrologie, sels nntritifs et pbytoplanctou en 1950. *Ann. Inst. Océanog. Monaco*, t. 27, fasc. 1, p. 1-48.

BERNARD (F.), 1956. — Eaux atlautiques et méditerranéeunes au large de l'Algérie. II. - Courants et nanoplancton de 1951 à 1953. *Ann. Inst. Océanog. Monaco*, t. 31, fesc. 4, p. 231-2340.

BERNARD (F.) et LECAL-SCHLAUDER (J.), 1953. — Rôle des Flagellés calcaires dens le sédimeutatiou actuelle en Méditerrenée. XIXe Cougrès Géol. Intern., Compte reudu de la 19e sessiou, Sectiou IV, fasc. IV, p. 11-23.

BERTHOIS (L.), 1939. — Contributiou à l'étude des sédimeuts de la Méditerranée occideutale. *Ann. Inst. Océanog. Monaco*, t. XX, fasc. 1, 50 p.

BERTHOIS (L.), 1958. — Techuique de l'analyse granulométrique. C.D.U., Paris, 64 p.

BERTHOIS (L.) et GUILCHER (A.), 1959. — Les bancs de St-Marc et du Mouliu Bleuc (rade de Brest) et remarques sur la sédimentation dn maerl (*Lithothamnium calcareum*). *Bull. Inf.* C.O.E.C., Paris, t. 9, p. 13-23.

BLANC (J. J.), 1958. — Sédimentologie sons-marine du détroit de Sicile. *Ann. Inst. océanog. Monaco*, t. 34, p. 91-126.

BLANC (J. J.), CHAMLEY (H.) et FROGET (C.), 1968. — Sédimentatiou paralique et récifale à Tuléar. Rec. *Trav. Sta. marine d'Endoume*, Expl. bors-série, snppl. 5, p. 25-69.

BLANC (J. J.) et FROGET (C.), 1967. — Recherches de géologie marine et de sédimentologie. *Ann. Inst. océanog. Monaco*, t. 45, n° 2, p. 257-292.

BOEGGILD (O. B.), 1912. — The deposits of sea-bottom. *Rep. Danish océanog. Exp.*, 1908-1910, vol. 1, p. 255-269, 1 pl.

BOILLOT (G.), 1959. — Travaux pratiques de pétrographie sédimentaire. C.D.U. Paris, 56 p.

BOILLOT (G.), 1964. — Géologie de la Menche occidentale. Thèse Paris, *Ann. Inst. océanog. Monaco*, t. XLII, p. 1-220.

BOILLOT (G.), 1965. — Organogenic gradieuts in tbe study of neritic deposits of biologicel origiu : the example of the Western Englisb Cbauuel. *Mar. Géol.*, vol. 3, p. 359-367.

BOULAINE (J.), 1953. — Remarques sur les formations quateruaires des plaines de la Mina et dn Bas Chélif. *Bull. trimestriel soc. géogra. archol. prov. Oran*, t. 76, fasc. 232, 1re partie, p. 13-23.

BOURCART (J.), 1941. — Essai d'une classificatiou raisonnée des matériaux meubles. *Bull. soc. géol. Fr.*, Peris, t. XI, fasc. 5, p. 117-153.

BOURGART (J.), 1958. — Problèmes de Géologie sons-mariue. Massou et Cie édit., Paris, 1958, 123 p., 20 fig.

BOURGART (J.) et GLANGEAUD (L.), 1954. — Morphotectonique de la merge contiuentale nord-africaiue. *Bull. soc. géol. Fr.*, Paris, série 6, t. IV, p. 751.

BOUYSSE (P.), 1962. — Coutribution à l'étude sédimentologique de la plage de Courbet-marine (Algérie). Thèse 3e cycle, Alger, 70 p. ronéotypées.

BOUYSSE (P.) et LE CALVEZ (Y.), 1967. — Etude des fouds marins compris eutre Penmerc'h et Groix (Snd Finistère). *Bull. B.R.G.M.*, n° 2, p. 939-73, 2 pl.

BRADECKER (W. S.), 1961. — Radiocarbou dating of Lete Quaternary deposits, south Louisiana. Discussiou. *Bull. Géol. Soc. Amer.*, v. 72, p. 159-162.

BRUNNACKER (K.), 1969. — Affleuremeuts de loess daus les régions nord-méditerranéennes. Rev. *Géogr. Phys. Géol. Dynam.*, série 2, vol. XI, fasc. 3, p. 125-334.


Source : MNHN, Paris

Bucquoy, Dautzenberg et Dollfus, 1882-1898. — Les Mollusques marins du Roussillon. I. - Gastéropodes. II. - Pélécypodes. *Feuilles des Jeunes Naturalistes*, in 8°, p. 570-884, 99 pl.

Carioch (J.), 1966. — Contribution à l'étude morphologique, anatomique et systématique de 2 Mélohésiées, Lithothamnium calcareum (Pallas), Areschoug et Lithothamnium corallioides Crouan. *Botanica marina*, IX, 1/2, p. 33-53.

Cailleux (A.), 1954. — Limites dimensionnelles et noms des fractions granulométriques. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, série 6, t. IV, p. 643-646.

Cailleux (J.) et Tricart (J.), 1963. — Initiation à l'étude des sables et des galets. C.D.U. Paris.

Calvet (L.), 1927. — Nouvelles contributions à la faune des Bryozoaires de la Méditerranée occidentale. *Arch. Zool. Exp. et Géné.*, LXVI, p. 1-6.

Canu (F.) et Bassler (R. S.), 1925. — Les Bryozoaires du Maroc et de la Mauritanie (1er Mémoire). *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, n° 10.

Canu (F.) et Bassler (R. S.), 1928. — Les Bryozoaires du Maroc et de la Mauritanie (2e Mémoire). *Ibid.*, n° 18.

Canu (F.) et Bassler (R. S.), 1930. — Bryozoaires marins de la Tunisie. *St. Océanog. de Salambô*, Ann. n° 5, 91 p., 13 pl.

Caulet (J.), 1960. — Contribution à l'étude sédimentologique du détroit siculo-tunisien. Thèse 3e cycle, Alger. *Publ. du Lobo. Géol. Fac. Sc. Alger*, 92, p., 2 cartes.

Caulet (J.), 1963. — Etude des plages entre Arzew et Port-aux-Poules. *Cahiers Océanog.*, XVe année, n° 9, p. 617-637.

Caulet (J.), 1967. — Les sédiments meubles à Brachiopodes de la marge continentale algérienne. *Bull. Muséum N. Hist. Nat.*, 2e série, t. 39, n° 4, p. 779-792.

Caulet (J.), 1968. — Sur les accumulations de Bryozoaires dans les sables organogènes grossiers du précontinent algérien. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 266, p. 449-451.

Caulet (J.), 1969 a. — Les sédiments organogènes du golfe d'Arzew (Algérie). Présentation d'une esquisse au 1/150 000 de la répartition des principaux faciès. *C. R. Som. des Séances de la Soc. Géol. Fr.*, Paris, fasc. 5, séance du 19 mai 1969, p. 160.

Caulet (J.), 1969 b. — Contribution à l'analyse des sédiments organogènes du précontinent algérien. Variations régionales de composition des accumulations de Lamellibranches et Bryozoaires. *Bull. Muséum. N. Hist. Nat.*, 2e série, t. 41, n° 3, p. 801-816.

Caulet (J.) et Redier (L.), 1968. — Sur la présence de matériel plio-quaternaire dans quelques sédiments de la plate-forme continentale mostaganemoise (Algérie). *C. R. Som. des Séances de la Soc. Géol. de Fr.*, Paris, fasc. 9, séance du 16 décembre 1968, p. 325.

Ciry (R.), 1955. — Les milieux fossiles. *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, n° 1055, 18 p.

Cloud (E. P.), 1948. — Notes on recent Brachiopods. *Amer. J. Sci.*, t. CCXLVI, n° 4, 1948.

Cooper (G. A.), 1957. — Brachiopods bibliography annoted. In Treatise on Marine Ecology and Palaeoecology. *Géol. Soc. Amer.*, Mém. 67, p. 801-804.

Curray (J. R.), 1960. — Sediments and history of Holocene transgression, continental shelf, northwest gulf of Mexico. InRecents sediments, Northwest gulf of Mexico, ed. by F. P. Shepard, F. B. Phleger et Tj. H. van Andel. *Amer. Assoc. Petrol. Geol., Tulsa*, p. 221-266.

Curray (J. R.), 1961. — Late Quaternary sea level : a discussion. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 72, p. 1707-1712.

Dangeard (L.), 1923-1924. — Observations sur les Algues. Rapport préliminaire sur la Campagne du « *Pourquoi Pas ?* », 1923. *Ann. Hydro.*, n° 1884, p. 83-88, 1923-1924.

Dangeard (L.), 1923. — Recherches de géologie sous-marine en Méditerranée (croisière du « *Pourquoi Pas ?* »). *C. R. Acad. Sc.*, t. 177, séance du 19 nov. 1923.

Dangeard (L.), 1929. — Observations de géologie sous-marine. Thèse Paris, *Ann. Inst. Océanog. Monaco*, t. VI, fasc. 1, 293 p.

Dautzenberg, 1895. — Mollusques marins recueillis sur les côtes de Tunisie et d'Algérie. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, Paris, 1895, p. 371.

Deferet (C.) et Joleaud (L.), 1917. — Les dépôts quaternaires marins de la région de Bône et de La Calle. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 164, séance du 30 avril 1917, p. 163.

Deshayes, 1844-1848. — Histoire naturelle des Mollusques de l'Algérie. 2 vol. gr. in-4°, 150 pl.

Dieuzeide (R.), 1935. — Les échinides réguliers de la baie de Castiglione. *Bull. Stat. Aquic. Pêches de Castiglione*, 1935, fasc. 2.

Dieuzeide (R.), 1940. — La gravelle de Castiglione. *Bull. Stat. Aquic. Pêches de Castiglione*, (N-S), 1, p. 33-57.

Dieuzeide (R.), 1950. — La faune du fond chalutable de la baie de Castiglione. *Bull. Stat. Aquic. Pêches de Castiglione*, (N-S), 2, p. 11-86.

Dieuzeide (R.), 1950. — Campagne en Méditerranée du navire océanographique « *Pt Théodore Tissier* », juin-juillet 1950. *Bull. Stat. Aquic. Pêches de Castiglione*, (N-S), 3, p. 83-138.

Dieuzeide (R.), 1954. — Recherches sur les fonds chalutables de la région d'Alger. Notes faunistiques sur la zone méso-abyssale. *C.I.O.E.C.*, Alger, 1954, p. 78-81.

Dieuzeide (R.) et Roland (J.), 1956. — Opérations de dragages et de chalutages effectuées au large des côtes algériennes au cours des années 1954-1955. *Bull. Stat. Aquic. Pêches de Castiglione*, (N-S), 8, p. 11-27, 2 cartes.

Source : MNHN, Paris

DIEUZEIDE (R.) et ROLAND (J.), 1957. — Répartitiou bathymétriqua de la faune des fouds chalutables des côtes de l'Algérie. *Bull. Stat. Aquic. Pêches de Castiglione*, (N-S), 9, p. 50-69.

DOUMERGUE (F.), 1924. — Feuilla au 1/50 000 de la Carte géologique de l'Algérie : les Andalouses. *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie*, Alger, 1924.

DUROUL-RAZAVET (C.), 1956. — Contribution à l'étude géologique et sédimeutologique du delta du Rbône. *Mém. Soc. Géol. de France*, Paris, v. 76, 234 p.

DURAND (J. H.), 1954. — Etude de quelques vases draguées au cours de l'Opératiou Sebaou, les 11 et 12 août 1953. Recbarches sur les fouds chalutables d'Alger. *Publ. C.O.E.C.*, Alger, 1954, p. 141-147.

DURAND (J. H.), 1956. — Etude pétrograpbique de quelques vases draguées au large de Tighzirt (1954) et au large de Castiglione (1955). — *Bull. Stat. Aquic. Pêches de Castiglione*, (N-S), 8, p. 43-52.

EMERY (K. O.), 1952. — Coutineutal sbelf sedimeuts off southern California. *Bull. Géol. Soc. Amer.*, vol. 63, p. 1105-1108.

EMERY (K. O.), 1958. — Sballow submerged mariue terraces of Southern California. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 69, p. 39-60.

EMERY (K. O.), 1960. — The Sea off Soutbern California. Johu Wiley and Sous, New York, 1960, 366 p.

EMERY (K. O.), 1967. — Some stages iu the development of knowledge of the atlautic coast of tbe United Statas. In *Progress of Oceanography*, INQUA 1965, vol. 4, Edit. by Pergamon, Londou, 1967, p. 307-322.

EMERY (K. O.), 1968. — Relicts sediments on continental sbelves of world. *Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol.*, vol. 52/3, p. 445-465.

EMERY (K. O.), TRACEY (J. I. Jr.) et LADD (H. S.), 1954. — Geology of Bikini and nearby atolls. Part. I, Geology. *U. S. Geol. Survey. Prof. Papers*, 260-A, 265 p.

EMILIANI (C.), 1955. — Pleistocene temperatura variations iu tba Mediterraueau. *Quaternaria*, vol. 2, p. 87-98.

ERICSON (D. B.), BROECKER (W. S.), KULP (J. L.) et WOLLIN (G.), 1956. — Late Pleistoceue climates aud deep-sea sediments. *Science*, vol. 124, n° 3218, p. 385-389.

ERIKSSON (K. G.), 1965. — The sedimant core u° 210 from the western mediterranean sea. *Rep. of the Swedish Deep-seo exp.*, vol. VIII, n° 7, p. 397-594, 26 pl.

FAIRBRIDGE (R. W.), 1961. — Eustatic changes iu sea level. In Physics and Chemistry of the Eartb, vol. 4, Pergamon Press, Loudou, p. 99-185.

FELDMANN (J.), 1931. — Coutributiou à la flore algologique mariue de l'Algérie. Les Algues de Cherchell. *Bull. Soc. Hist. Nat. A.F.N.*, vol. XXII, p. 179-254.

FISCHER (P. H.), 1943. — La répartitiou des Mollusques marins envisagée comme base d'appréciatiou pour les géologues. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris, t. XIII, fasc. 5, p. 441-458.

FLINT (R. F.), 1957. — Glacial and Pleistoceue geology. Wiley and Sous edit., New York.

FLINT (R. F.) et BRANDTNER (F.), 1961. — Climatic changes since the last interglacial. *Amer. Journ. Sc.*, vol. 259, p. 321-328.

FURNESTIN (J.), 1960. — Hydrologie de la Méditerrauée occideutale (golfe du Liou, mer d'Alboran, mer catalane, Corse orieutale). *Rev. Trav. Inst. Pêches Mar.*, t. 24, fasc. 1, p. 5-121.

FURNESTIN (J.) et ALLAIN (C.), 1962. — L'hydrologie algérienne en hiver (campagna du « *Pt Théodore Tissier* », février 1960). *Rev. Trav. Inst. Pêches Mar.*, t. 26, fasc. 3, p. 277-309.

FURNESTIN (J.) et ALLAIN (C.), 1962. — Nouvelles observations sur l'hydrologie da la Méditerrauée occidentale (eutre Algar et le 40e parallèle). *Rev. Trav. Inst. Pêches Mar.*, t. 26, fasc. 3, p. 309-317.

GALTIER (L.), 1958. — La côte sableuse du golfe du Liou. Essais de géograpbia pbysique. *Univ. Paris, Fac. des Lettres*, Thèse u° 1358.

GAUTIER (E.-F.), 1922. — Structure de l'Algérie. *Soc. Ed. Géogr. et Scient.*, Paris, 1 vol., 240 p., 46 fig.

GAUTIER (Y. V.), 1955. — Las Bryozoaires de Castiglioue. *Bull. Stat. Aquic. Pêches de Castiglione*, (N-S), 7, 227-271 p., 4 pl.

GAUTIER (Y. V.), 1959. — Essai d'étude quantitative sur les Bryozoaires d'un fond coralligèue à gorgoues. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, bull. 16, fasc. 26, p. 137-142.

GAUTIER (Y. V.), 1961. — Recherches écologiques sur les Bryozoaires Cbilostomes en Méditarrauée occidentale. Thèse Marseille, *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, bull. 24, fasc. 38, 434 p.

GINSBURG (R. N.), 1956. — Euvironmental relatiousbips of graiu size and constituant particles in some south Florida carbonate sediments. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 40, u° 10, p. 2384-2427.

GOULD (M. P.) et MAC FARLAN (E. Jr.), 1959. — Geologic bistory of the Cheuier Plaiu, south western Louisiana. *Trans. Gulf. Coast. Assoc. Geol. Soc.*, 9, p. 261-270.

GOURINARD (Y.), 1954. — Isostasie et déformatiou quateruaire dans le Nord-Ouest algérien. XIXe Cougrès Géol. Intern., C. *R.* fasc. IX, p. 21-38, 3 fig., 2 pl.

GOURINARD (Y.), 1958. — Recbercbes sur la géologia du littoral orauais. Epirogéuèse et uivellemeut. Thèse Alger, *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie*, (uouvelle sèrie), bull. n° 6, 195 p., 12 fig.

GROVEL (A.), 1961. — Coutributiou à l'étude sédimeutologique de la baie d'Alger et da la baie de Bérard. Thèse 3e Cycle, Alger, 45 p. rouéotypées.

GUILCHER (A.), 1959. — Les accumulations sous-marines du plateau de Molèue et de la chaussée da Sein (Finistère). *Coll. Inter. C.N.R.S.* (Nice, Villefraucbe), t. LXXXIII, p. 109-141.

GUILCHER (A.), 1965. — Précis d'hydrologie marine et coutiuentale. Massou édit., Paris, 389 p., 217 fig.

Source : MNHN, Paris

Guilcher (A.), Berthois (L.), Le Calvez (Y.), Battistini (R.) et Crosnier (A.), 1965. — Les récifs coralliens et le lagon de l'Ile Mayotte. Géomorphologie, Sédimentologie, Hydrologie, Foraminifères. O.R.S.T.O.M., Paris, 210 p., 86 fig., 24 tabl., 26 pl.

Hamel (G.) et Mme Lemoine (P.), 1952. — Corallinacées de France et d'A.F.N. *Arch. Muséum N. Hist. Nat.* (7), 1, p. 17-136.

Harmer (S. F.), 1930. — Polyzoa. *Présid. Adress. Proc. Lin. Soc.*, London (1928-1929), Sess. 141, p. 68-118, 1 pl.

Haug (E.), 1927. — Traité de géologie. I. - Les phénomènes géologiques. A. Colin édit., Paris, 538 p.

Hecker (R. F.), 1960. — Bases de la Paléoécologie. Traduit du Russe par J. Roger. B.*R.G.M. Ann. Serv. Infor. Géol.*, n° 44, 1960. Edit. Technip, Paris.

Hedgpeth (W.), 1957. — Treatise on merine ecology and palaeoecology, Mém. 67, *Géol. Soc. Amer.*

Hilly (J.), 1957. — Etnde géologique du Massif de l'Edough et du Cap de Fer (Est-Constantinois). Thèse Nancy, 408 p., 109 fig., 22 tabl. et LXXV pl.

Hinschberger (F.), St Requier (A.) et Toulemont (A.), 1967. — Recherches sédimentologiques et écologiqnes sur les fonds sous-marins dans les parages de la chaussée de Sein (Finistère). *Rev. Trav. Inst. Pêches Mar.* 1967/12, t. 31, n° 4, p. 425-448, 14 fig.

Hommeril (P.), 1967. — Etude de géologie concernant le littoral bas-normend et la zone pré-littorale de l'archipel anglo-normand. Thèse Caen, 1967, 304 p., 135 fig., 50 tabl., 27 pl., imprimé Fac. Sc., Rouen.

Huve (H.), 1956. — Contribution à l'étude des fonds à Lithothamnium solutum de la région de Marseille. Rec. *Trav. Stat. Mar. Endoume*, bull. 11, fasc. 18, p. 105-134.

Imbrie (I.), 1955. — Quantitative lithofacies and biofacies stndy of Florene sbale (Permian) of Kansas. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 39, n° 5, p. 649-670.

Inman (D. L.), 1952. — Measures for describing the size distribntion of sediments. *Journ. of Sed. Pet.*, vol. 19, n° 2, p. 51-70.

Jacquotte (R.), 1962. — Etude des fonds de maerl en Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, bnll. n° 26, fasc. 41.

Jelgersma (S.) et Pannekoek (A. J.), 1960. — Post-glacial rise of sea level in the Nederlends (a preliminary report). *Geol. Mijnb.*, 39, p. 201-207.

Joleaud (L.), 1936. — Etude géologiqne de la région de Bône et de La Calle. *Bull. serv. Carte Géol. Algérie*, Alger, 2e série, n° 12, 1 vol.

Kruger (D.), 1950. — Variations quantitatives des protistes marins au voisinege dn port d'Alger durant l'hiver 1949-1950. *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, n° 978, p. 2-20.

Kullenberg (B.), 1958. — Aktuella probleminom oceanografien. *Svensk naturcetenskap*, 1957-1958, p. 5-54, Stockholm.

Labracherie (M.) et Pruo'homme (J.), 1966. — Essai d'interprétation de paléomilieux grâce à la méthode de distribution des formes zoariales chez les Bryozoaires. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, Paris, (7), VIII, p. 102-106.

Lacaze-Duthiers (G. de), 1860. — Histoire naturelle des Brachiopodes vivants de la Méditerranée. *Ann. Sc. Nat. Zool.* (série 4), vol. 15.

Lacaze-Duthiers (G. de), 1864. — Histoire naturelle dn corail. Baillières édit., Paris, 317 p., 20 pl.

Lacombe (H.) et Tchernia (P.), 1960. — Quelques traits généraux de l'hydrologie méditerranéenne d'après diverses campagnes hydrologiqnes récentes en Méditerranée, dans le proche Atlantique et dans le Détroit de Gibraltar. *Cahiers Océanog.*, XIIe année, n° 8, sept.-oct. 1960.

Lacombe (H.) et Tchernia (P.), 1965. — Océanographie physique méditerranéenne. C.I.E.S.M.M., Rap. Proc. verb., XVIII, (3).

Laffitte (R.), 1942. — Plissements post-pliocènes et monvements qnaternaires dans l'Algérie occidentale. C. R. *Acad. Sc.*, Paris, t. 215, p. 372-374.

Laffitte (R.), 1949. — Sédimentation et orogenèse. Ann. Hébert et Heng, Paris, t. VII, p. 239-259.

Laffitte (R.), 1950 a. — Snr la constitution géologique du versant nord-ouest dn Dahra (Algérie). C. R. *Acad. Sc.*, Paris, t. 230, n° 1, p. 104-106.

Laffitte (*R.*), 1950 b. — Sur l'existence dn Calabrien dans le région oranaise. C. *R. Acad. Sc.*, Paris, t. 230, n° 2, p. 217-219.

Lafuente (G. A.), 1952. — Etude morphologique dn littoral algérien entre le Cap de Fer et le Cap Bongaroun. Dipl. Et. Sup. Géogr. Alger, 60 p. ronéotypées.

Lagaaij (R.), 1952. — The Pliocene Bryozoa of the Low Conntries and their bearing on the marine stratigraphy of the North Sea Region. *Medel. Geol. Stichtingser*, C. V., n° 5, p. 1-233, Maestricbt.

Lagaaij (R.) et Gautier (Y. V.), 1965. — Bryozoan assemblages from marine sediments of the Rhône delta. *Micropaleontology*, vol. 11, n° 1, p. 39-58, 1 tabl.

Larras (J.), 1957. — Plages et côtes de sable. Coll. Labo. Nat. Hydraulique, Eyrolles édit., Paris, 117 p.

Leclaire (L.), 1962. — Contribution à l'étude sédimentologique de la marge continentale algérienne, secteur Bône-La Calle. Thèse 3e cycle, Alger, 97 p. ronéotypées, 1 carte.

Leclaire (L.), 1963 a. — Etndes littorales en baie d'Alger. *Cahiers Océanog.*, XVe Année, n° 2, février 1963, p. 109-124.

Leclaire (L.), 1963 b. — Facteurs d'évolution d'une côte sablonneuse rectiligne très ouverte. *Cahiers Océanog.*, XVe année, n° 8, sept.-oct. 1963, p. 540-556.

Source : MNHN, Paris

Leclaire (L.), 1968 a. — Contribution à l'étude des sédiments marins non consolidés. Les bases d'une nouvelle classification. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 266, p. 563-565 (5 fév. 1968).

Leclaire (L.), 1968 b. — Contribution à l'étude géomorphologique de la marge continentale algérienne. *Cahiers Océanog.*, XX$^{e}$ année, n° 6, juin 1968, p. 451-521.

Leclaire (L.), Caulet (J.) et Bouysse (P.), 1965. — Prospection sédimentologique de la marge continentale nord-africaine. *Cahiers Océanog.*, XVII$^{e}$ année, n° 7, juillet-août 1965, p. 467-479.

Ledoyer (M.), 1962. — Etude de la faune vagile des herbiers superficiels de Zostéracées et de quelques biotopes d'algues littorales. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, bull. 25, fasc. 39.

Lemoine (M$^{me}$ P.), 1911. — Le rôle des Algues dans la formation des dépôts calcaires. *Rev. Gén. Sci. Paris*, vol. 22, p. 645-650.

Lemoine (M$^{me}$ P.), 1915. — Celcareous algae. Rep. of the Denish Exp. 1908-1910, vol. II, 30 p., 1 pl., 10 fig.

Lemoine (M$^{me}$ P.), 1924. — Coralliuacées recueillies par dragages en Méditerranée (croisière du « *Pourquoi Pas ?* » en 1923). *Bull. Muséum N. Hist. Nat.*, t. 30, n° 5, p. 402-405.

Lemoine (M$^{me}$ P.), 1924. — Sur la répartition des Algues calcaires (Corallinacées) en profondeur en Méditerranée. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 179, p. 201-203, juillet 1924.

Lemoine (M$^{me}$ P.), 1940. — Contribution à l'étude de la répartition actuelle et passée des organismes vivants dans la zone néritique. Les Algues calcaires. Soc. Biogéographie, 1940.

Lemoine (M$^{me}$ P.), 1957. — Les Algues calcaires des fonds coralligènes du cap Carbon. *Vie et Milieu*, supplè. n° 6, p. 235-236.

Lemoine (M$^{me}$ P.), 1964-1965. — Les Algues calcaires recueillies par le Professeur Drach (croisière de le Calypso en mer Ronge, 1952). *Ann. Inst. Océonog. Monaco*, vol. 64.

Le Danois (E.), 1925. — Recherches sur les fonds chalutables des côtes d'Algérie. *Mém. Off. Sci. Tech. Pêches Maritimes*, 3, 55 p.

Lhermitte (P.), 1958. — Contribution è l'étude de la couche limite des houles progressives. *C.O.E.C.*, n° 136, Imprimerie Nat., Paris, 171 p.

Lhermitte (P.), 1960. — Monvement des matériaux de foud sous l'ection de la houle. *Beach and Shoreline processus. Coastal Engineering*, T. 1.

Lucas (G.), 1942. — Description géologique et pétrographique des monts de Ghar Rouban et dn Sidi el Abed. Thèse Paris, *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 2$^{e}$ série, n° 16, 538 p., 131 fig., XXXIV pl.

Lucas (G.) et Lefèvre (P.), 1956. — Contribution à l'étnde de quelques sédiments marins et de récifs à Hermelles du Mt St-Michel. *Rev. Trav. Inst. Pêches Mar.*, Paris, t. XX, p. 85-112.

Manivit (J.), 1964. — Contribntion à l'étude de la marge continentale algérienne : les élément hioclastiques des sédiments actuels. Thèse 3$^{e}$ Cycle, Paris, 150 p. rouéotypées.

Marec (E.), 1928. — Essai sur l'industrie dn corail, la mise en valeur et l'exploitation des bancs coralligènes algériens. *Bull. Soc. Océanog. Fr.*, n° 38 à 42, 15 nov. 1927-15 juil. 1928.

Marion (A.), 1878. — Deux jours de dragages dans le golfe d'Alger. *Extr. Rev. Sc. Nat. Montpellier*, 1878, 26 p., 4 pl.

Marion (A.), 1883. — Considérations sur les faunes profondes de la Méditerranée. *Ann. Mus. Hist. Nat.*, Marseille, t. 1, n° 2, p. 34-36.

Mars (P.), 1957. — Liste des Mollusqnes testacés marins récoltés en Algérie par le « *Lacaze-Duthiers* » (juin-juillet 1952). *Vie et Milieu*, suppl. n° 6, p. 121-122.

Mars (P.), 1958. — Etudes sur le seuil sicnlo-tunisien : mollusques testacés. *Ann. Inst. Océanog. Monaco*, vol. XXXIV, p. 127-144.

Mars (P.), 1963. — Les faunes et la stratigraphie du qnaternaire méditerranéen. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, bull. 28, fasc. 43.

Mars (P.), Mathely (J.) et Paris (J.), 1957. — Remarques sur le gisement Qnaternaire sous-marin dn Cap Creus. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, t. 242, p. 1940.

Mars (P.) et Picard (J.), 1958. — Notes sur les gisements sous-marins à faune celtique en Méditerranée. *Rapp. et P. V. des réunions de la C.I.E.S.M.M.*, XV, 3, p. 325-330.

Mathieu (R.), 1966. — Contribution à l'étude du domaine benthique de la baie du Mt St-Michel : sédiments actuels, microfaune, écologie. Thèse 3$^{e}$ Cycle, Paris, 287 p. rouéotypées, 33 fig., 20 pl.

Menard (H. W.), 1953. — Pleistocene and recent sediments from the floor of the Northeastern Pacific Ocean. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 64, p. 1279-1293.

Molinier (R.) et Picard (J.), 1952. — Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines dn littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. Océanog. Monaco*, t. XXVII, fasc. 3, p. 157-234.

Morel (J.) et Hilly (J.), 1956. — Nouvelles observations sur les formations quaternaires dans le dpt de Bône et particulièrement dens le massif du Cap de Fer et de l'Edongh. *Quaternaria*, Roma, t. III, p. 179-201, 12 fig., 1 pl.

Muraour (P.), 1955. — Sur quelques sédiments dragués au large du littoral compris entre le Cap Djinet et l'embouchure de l'oued Sebaon. *Bull. Stat. Aquic. Pêches Castiglione*, (N.S), 7 p.

Muraour (P.) et Hollande (G.), 1951. — Etude préliminaire de quelques sédiments de la baie de Cestiglioue. *Bull. Trav. Stat. Aquic. Pêches Castiglione*, (N.S), 3.

Neelsen (J. N.), 1912. — Hydrography of the Mediterranean and adjecent waters. Rep. Danish Oceanog. Exp. 1908-1912, vol. 1, p. 77-192, Copenhagen.

Source : MNHN, Paris

Novella (M.), 1928. — Le quartier d'Oran, pêche et pêcheurs. *Bull. Soc. Géogr. Archéol. Oran.*, t. 49, fasc. 174, p. 1-75.
Osburn (R. C.), 1957. — Marine Bryozoe. Treatise on Marine ecology and palaeoecology. Mém. 67, *Geol. Soc. Amer.*
Pallary (P.), 1900. — Coquilles marines du littoral du dpt d'Oran. *Jour. Gonchy.*, vol. XLVIII, 4e sér., t. II.
Pallary (P.), 1903. — Addition à la faune conchyliologique de le Méditerranée. *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille*, t. VII.
Parker (F. L.), 1954. — Distribution of the Foraminifera in the northeastern gulf of Mexico. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll.*, vol. 111, n° 10, p. 452-588.
Parker (R. H.), 1960. — Ecology and distribntional patterns of marine mecro-invertebrates, northern gulf of Mexico. In F. P. Sheparo, F. B. Phleger and Tj. H. van Andel édit. : Recent sediments, northwest gulf of Mexico. *Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, p. 302-337.
Parker (F. L.) and Curray (J. R.), 1954. — Fanna and hathymetry of banks on continental shell northwest gulf of Mexico. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 40, n° 10.
Peres (J.-M.), 1951. — Notes sur les fonds de gravelle dans la région de Marseille comparés à ceux des côtes d'Algérie. *Vie et Milieu*, suppl. n° 2, mai 1951, p. 208.
Peres (J.-M.) et Picaro (J.), 1955. — Biotopes et biocénoses de la Méditerranée occidentale comparés à ceux de la Manche et de l'Atlantique Nord-orientale. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 92 (1).
Peres (J.-M.) et Picaro (J.), 1958. — Manuel de Bionomie benthique. Rec. *Trav. Stat. Mar. Endoume*, bull. 14, fasc. 23.
Peres (J.-M.) et Picaro (J.), 1964. — Nonveau mannel de bionomie bnthique de la mer Méditerranée. *Bull. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31 (47), p. 5-137.
Perrodon (A.), 1957. — Etnde géologiqne des bassins uéogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie*, nonvelle série, bull. 12, 328 p., 4 plans, 48 pl.
Pettijohn (F. J.), 1947. — Sedimentary rocks. Harper's Geoscience Series, 718 p.
Phleger (F. B.), 1954. — Ecology of Foraminifera in southern Mississipi delta area. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 39, n° 5, p. 712-752.
Picard (J.), 1965. — Recherches qualitetives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rev. Trav. Stat. Mar. Endoume*, vol. 36, fasc. 52, p. 3-160.
Pilkey (O. H.), 1964. — The size distribntion and mineralogy of the carbonate fraction of U. S. South Atlantie shell and upper slope sediments. *Mar. Geol.*, vol. n° 2, p. 121-136.
Pilkey (O. H.), Blackwelder (B. W.), Doyle (L. J.), Estes (E.) et Terlecky (P. M.), 1969. — Aspects of carbonate sedimeutation on the Atlantic continental shelf off the Sonthern United States. *Jour. of Sed. Pet.*, vol. 39, n° 2, p. 744-768.
Pruvot (G.), 1894. — Essei sur la topographie et la constitntion des fonds sous-marins de la région de Banyuls. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, série 3, t. 2.
Pruvot (G.), 1897. — Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale comparés à ceux dn golfe de Lion. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, série 3, t. 5.
Queney (P.), 1950. — Liaisons entre la météorologie et l'océanographie. *Conf. Gent. Rech. Et. Océan.*, n° 5, 5 p., Paris.
Quezel (P.), 1963. — De l'application de techniqnes palynologiques à un territoire désertiqne. Paléoclimetologie du quaternaire récent au Sahara. Changes of Climetes. *Proc. Roma Symp. organized by U.N.E.S.G.O.*, Paris, 1963.
Rosfelder (A.), 1954-1955. — Carte provisoire au 1/500 000 de la marge contiuentale algérienne. *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie.* Trav. des Coll. n° 5, p. 57-106, 6 fig., 1 carte hors-texte, biblio. in fine.
Rosfelder (A.), 1961. — Contribution à l'analyse texturale des sédiments. Thèse Alger, année 1960, n° 11, 310 p., 102 fig., XIV tables.
Roubault (M.), 1934. — La Kabylie de Collo. Etude géologiqne. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, Alger, 2e série, n° 10.
Rutten (M. G.), 1953. — Shallow shell sea sedimentation during non glacial and etectonic times in geological history. XIXe Congrès Géol. Int., Alger, fasc. IV, section IV, p. 119-125.
Sartenaer (P.), 1959. — Premières recherches taphonomiqnes en scaphandre antonome snr le faciès à Turritella tricarinata forma communis de le vase molle terrigène du golfe de Fos. Rec. *Trav. Stat. Mar. Endoume*, 16, p. 15-38.
Schott (G.), 1916. — Die Gewässer des Mittelmeeres. *Ann. der Hydrogr.*, vol. 43, 39 p.
Serebryanny (L. R.), 1969. — L'apport de le radio-chronométrie à l'étude de l'histoire tardi-quaternaire des régions de glaciation ancienne de la plaine rnsse. *Rev. de Géogr. Phys. et de Géo. Dyn.* (2), vol. 11, fasc. 3, p. 293-302.
Seurat (L.), 1927. — L'étage intercotidal des côtes algériennes. *Bull. Trav. Stat. Aquic. Pêches Castiglione*, 1927. 23 p.
Seurat (L.), 1930. — Exploration zoologique de l'Algérie de 1830 à 1930. Coll. du Centenaire de l'Algérie, Masson et Cie édit., Paris, 708 p., XVI pl.
Seurat (L.), 1940. — Répartition actuelle et passée des organismes de la zone néritique de la Méditerranée nord-africaine. *Mém. Soc. biogéographie VII.*

Source : MNHN, Paris

SHEPARD (F. P.), 1948. — Submariue geology. Harper's geoscience series. New York, 348 p., 106 fig., 1 carte.
SHEPARD (F. P.), 1956. — Marginal sediments of Mississipi delta. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 40, n° 11, p. 2537-2623.
SHEPARD (F. P.), 1963. — Thirty-five thousand years of see-level. In Essays in Marine Geology in honor of K. O. EMERY. Univ. South. Calif. Press.
SHEPARD (F. P.) and CURRAY (J. R.), 1967. — Carbon 14 determination of sea level changes in stable areas. In Progress of Oceanography INQUA 1965, vol. 4, p. 283-293, Pergamon edit.
SHEPARD (F. P.) and MOORE (D. G.), 1954. — Sedimentary environment differenciated by coarse-frections studies. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 38, n° 8, p. 1792-1802.
SHEPARD (F. P.) and MOORE (D. G.), 1955. — Central Texas coast sedimentation : characteristics of sedimentary environments, recent history and diagenesis. *Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol.*, vol. 39, n° 8, p. 777-907.
SOLIGNAC (M.), 1927. — Etude géologique de la Tunisie septentrionale. *Serv. Géol. Tunisie*, 1 vol., 756 p.
SPARCK (B.), 1931. — Some quantitative investigations on the bottom feuna at the west coast of Italy, in the bay of Algiers. Rep. Danish Oceanog. Exp. Medit., t. 3, 7, p. 1-11.
STACH (L. W.), 1936. — Correlation of zoarial form with habitat. *Jour. Geol.*, vol. 44, p. 60-65.
STACH (L. W.), 1937. — The application of the Bryozoa in cainozoic stratigraphy. *Rep. Austral. N. Z. Assoc. Adv. Sc.*, Wellington, t. XXIII.
THOMMERET (J. et Y.), 1965. — Validité de la datation des sédiments du proche quaternaire par le dosage du carbone 14 dans les coquilles marines. *C.I.E.S.M.M., Rap. et P. V.*, XVIII, p. 837.
TINTHOUIN (R.), 1948. — Les aspects physiques du Tell oranais. Essai de morphologie de pays semi-aride. 1 vol. in 4°, 638 p., 86 fig., 82 pl., Oran.
URRY (W. D.), 1948. — Marine sediments and pleistocene chronology. *Trans. N. Y. Assoc. Sc.*, série II, vol. 10, n° 3, p. 63-67.
VAN ANDEL (Tj. H.), 1955. — Sediments of the Rhone delta. *K. Med. Geol. Mign. Genoot. Geol. Serv.*, 15 (3), p. 515-547.
VAN STRAATEN (L. M. J. U.), 1956. — Composition of shell beds formed in tidal flat enviroument in the Nederlands and in the bay of Arcachon. *Geol. en Mijnb.*, u. s., t. 18, n° 7, p. 209-226.
VAN STRAATEN L. M. J. U.), 1960. — Marine molluscs shell assemblages of the Rhone delta. *Geol. en Mijnb.*, vol. 39, n° 4, p. 105-129.
VAN STRAATEN (L. M. J. U.), 1965. — Sedimentation in the North Western part of the Adriatic sea. In Proc. of 17° Symp. of the Colston Res. Soc., edit. by BUTTERWORTHS, London, p. 143-162.
VAN STRAATEN (L. M. J. U.), 1966. — Micro-malacological investigation of cores from the Sontheastern Adriatic sea. *Koninke. Nederl. Akad. van wetenschappen*, Amsterdam, Proc. sér. B, t. 69, n° 3, p. 429-445.
VAYSSIÈRE (R.) et FREDJ (G.), 1963. — Contribution à l'étude de la faune benthique du platean continental de l'Algérie. *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, vol. 60, n° 1272.
VAYSSIÈRE (R.) et FREDJ (G.), 1964-1965. — Contribution à l'étude bionomique de la Méditerranée occidentale. Fasc. 5. Etude photographique préliminaire de l'étage bathyal dans la région de St-Tropez. *Bull. Inst. Océanog. Monaco*, vol. 64, n° 1323 et vol. 63, n°° 1310, 1311, 1312, 1314.
WATERS (A. W.), 1925. — Cheilostomatous Bryozoa from Oran. *Ann. Mag. Nat. Hist. ser.*, 9, vol. XV.
WEINKAUFF (H. C.), 1862. — Catalogue des coquilles marines recneillies snr les côtes de l'Algérie. *Jour. Conchy.*, vol. X, p. 301-371.
WELLS (J. W.), 1957. — Coral reefs in Treetise of marine ecology and palaeoecology. *Mém. Géol. Soc. Amer.*, n° 67, p. 609-632.
WALTON (R. W.), 1964. — Recent foraminiferal ecology and palaeoecology. In Approaches to Palaeoecology, edit. by J. IMBRIE and N. NEWELL, John Wiley and Sons, London.
YONGE (C. M.), 1947. — On the habits and adaptation of Aloidis (Corbule) gihba. *Jour. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 26, p. 358-376.

Source : MNHN, Paris

IMPRIMERIE NATIONALE

15640146

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

16 AOUT 1972

Source : MNHN, Paris